

**PEMETAAN ZONA BENCANA TANAH LONGSOR
DENGAN PEMODELAN ALGORITMA MONTE CARLO DAN
HEC-RAS BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
(SIG) DI PROVINSI JAWA TIMUR**

Oleh

MOHAMAD ARI KHAKIMUDDIN



**MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

**PEMETAAN ZONA BENCANA TANAH LONGSOR
DENGAN PEMODELAN MONTE CARLO DAN HEC-RAS
BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)
DI PROVINSI JAWA TIMUR**

Oleh

MOHAMAD ARI KHAKIMUDDIN

115040213111044

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian
Strata Satu (S-1)**

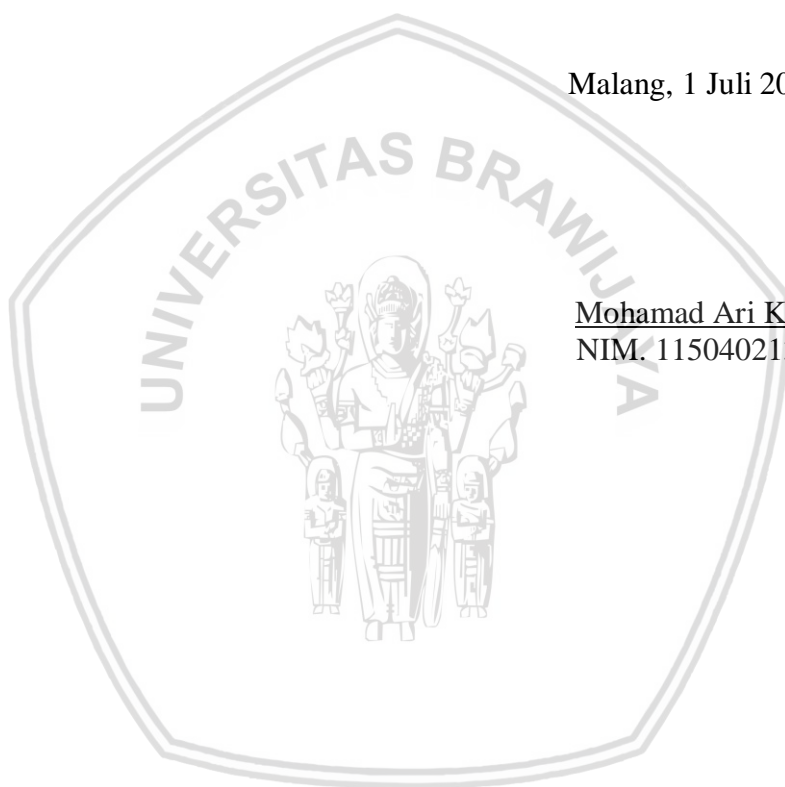
**MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 1 Juli 2018

Mohamad Ari Khakimuddin
NIM. 115040213111044



LEMBAR PERSETUJUAN

JUDUL:

**PEMETAAN ZONA BENCANA TANAH LONGSOR
DENGAN PEMODELAN ALGORITMA MONTE CARLO DAN HEC-RAS
BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)
DI PROVINSI JAWA TIMUR**

Oleh:

Nama : Mohamad Ari Khakimuddin
NIM : 115040213111044
Program Studi : Agroekoteknologi
Jurusan : Tanah (Manajemen Sumberdaya Lahan)

Disetujui Oleh:
Pembimbing Utama,

Prof.Dr.Ir Soemarno, MS
NIP. 195508171980031003

Diketahui,

Ketua

Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma SU
NIP. 194505011980031006

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir Syekhfani, MS
NIP. 194807231978021001

Prof. Dr. Ir Soemarno, MS
NIP. 195508171980031003

Penguji III

Penguji IV

Prof. Dr. Ir Sugeng Prijono, SU
NIP. 195802141985031003

Danny Dwi Saputra, SP.,Msi
NIP. 2011068603171001

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

MOHAMAD ARI KHAKIMUDDIN. 115040213111044. Pemetaan Zona Bencana Tanah Longsor dengan Pemodelan Algoritma Monte Carlo dan Hec-Ras Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Provinsi Jawa Timur. Di bawah Bimbingan Soemarno

Alam merupakan sesuatu yang sangat penting dalam kehidupan manusia, oleh karena itu manusia tidak dapat dipisahkan dari alam. Alam memang sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia, akan tetapi selain menguntungkan alam juga dapat merugikan bagi manusia seperti banyak terjadi bencana alam khususnya di Indonesia (PVMBG, 2005). Indonesia rawan terhadap bencana geologi dan klimatologi. Jenis tanah pelapukan yang sering dijumpai di Indonesia adalah hasil letusan gunung api. Tanah longsor adalah suatu produk dari proses gangguan keseimbangan yang menyebabkan bergerak massa tanah dan batuan dari tempat yang lebih tinggi ketempat yang lebih rendah (Samia *et al.*, 2017).

Bencana tanah longsor di provinsi Jawa Timur masih sering terjadi, Salah satu langkah dalam menentukan kawasan atau zona bencana tanah longsor di provinsi Jawa Timur adalah dengan pemetaan menggunakan alat pemetaan seperti ArcGIS dan bahan pemetaan seperti cita satelit Landsat 8 ETM (Rahmat, 2010). Metode penentuan kawasan atau zona bencana tanah longsor menggunakan metode algoritma Monte Carlo Hec-Ras menghasilkan analisis sebaran bencana tanah longsor. Melalui model simulasi algoritma Monte-carlo dan Hec-Ras didapatkan area dampak bencana tanah longsor di kota dan kabupaten di Provinsi Jawa Timur. Sebaran Tersebut terbagi menjadi tiga bagian, yaitu zona pegunungan, zona perbukitan dan zona dataran rendah.

Melakukan konversi lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian harus dilakukan secara arif dan bijaksana. Kebijakan tata ruang penggunaan lahan perlu dilakukan dengan perencanaan dan pewilayahan komoditas yang sesuai dengan kebutuhan manusia sehingga meminimalisir terjadinya eksploitasi lahan sehingga tata ruang alam terjaga dan seimbang sehingga kebutuhan material dan spiritual manusia terpenuhi dan berjalan harmonis-sinergi.

SUMMARY

MOHAMAD ARI KHAKIMUDIN. 115040213111044. Mapping of Landslide Zone Mitigation by Modeling of Monte Carlo and Hec-Ras Algorithms Based on Geographic Information System (GIS) in East Java. Supervised by Soemarno

Nature is something very important in human life, therefore humans can not be separated from nature. Nature is very closely related to human life, but in addition to natural benefits can also be detrimental to humans as many natural disasters occur especially in Indonesia (PVMBG, 2005). Indonesia is prone to geological and climatological disasters. The type of soil that is often found in Indonesia is the result of volcanic eruptions. Landslides are a product of the process of disturbance of balance which causes the movement of soil and rocks from higher ground to lower place (Samia et al., 2017).

Landslide disaster in East Java province is still frequent. One of the steps in determining the landslide or zone of landslide disaster in East Java province is by mapping using mapping tools such as ArcGIS and mapping materials such as Landsat 8 ETM satellite (Rahmat, 2010). The method of determining the landslide or landslide disaster zone using Monte Carlo Hec-Ras algorithm method resulted in the analysis of the spread of landslide disaster. Through simulation model of Monte-carlo and Hec-Ras algorithm, it is found the impact area of landslide disaster in town and district in East Java Province. Distribution is divided into three parts, namely mountain zone, hilly zone and lowland zone.

Converting farmland into non-agricultural land should be done wisely and wisely. Land use planning policy needs to be done by planning and commodifying the commodities in accordance with human needs so as to minimize the occurrence of land exploitation so that the natural spatial is maintained and balanced so that the material and spiritual needs of human be fulfilled and run harmonious-synergy.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul “Pemetaan Zona Bencana Tanah Longsor dengan Pemodelan Monte Carlo Dan HEC-RAS Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Provinsi Jawa Timur”.

Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan tugas akhir sebagai prasyarat kelulusan. skripsi ini merupakan hasil pembahasan secara ilmiah terhadap perkembangan teknologi Sistem Informasi Geografis yang diharapkan dapat bermanfaat di dunia kebencanaan geologi dan pertanian masa kini dan masa yang akan datang. Semoga tulisan ini dapat menjadi salah satu bagian dari ilmu pengetahuan yang dapat berguna bagi kita semua. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Prof.Dr.Ir Soemarno, MS selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis sadar betul skripsi yang disusun ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap banyak atas masuknya saran dan kritik yang bersifat membangun.

Malang, 1 Juli 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jombang pada tanggal 08 Nopember 1993 sebagai putra ketiga dari 5 bersaudara dari Bapak Hariono dan Ibu Siti Maisyaroh. Selain di lahirkan, penulis juga dibesarkan di Jombang sampai menempuh pendidikan.

Penulis menempuh pendidikan dasar di MI Bustanul Ulum Ds. Nglele Kec. Sumobito Kabupaten Jombang pada tahun 1999-2005, kemudian penulis meneruskan sekolah ke MTsN 12 Kabupaten Jombang pada tahun 2006-2008, Selanjutnya melanjutkan pendidikan ke jenjang SMA, yaitu di MA Negeri 1 Jombang pada tahun 2009-2011. Pada tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi tepatnya di perguruan tinggi Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur dan terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa di Fakultas pertanian penulis aktif dalam Organisasi Intra kampus dan Ekstra Kampus. Pada Tahun 2012-2013 Penulis menjadi Menteri Advokasi dan Kesejahteraan Mahasiswa (ADVOKESMA) di Eksekutif Mahasiswa Universitas Brawijaya, kemudian menjadi asisten praktikum di beberapa matakuliah. Pada tahun 2013-2014 penulis menjadi kepala departemen di Unit Kreativitas Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, kemudian menjadi ketua Forum Komunikasi Mahasiswa Ilmu Tanah Nasional untuk wilayah III. Pada tahun 2012-2014 penulis aktif mengikuti kepanitiaan baik di dalam organisasi intra kampus maupun ekstra kampus. Sejak tahun 2013 sampai sekarang penulis tercatat sebagai kader aktif Organisasi Himpunan Mahasiswa Islam Cabang Malang Komisariat Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

DAFTAR ISI

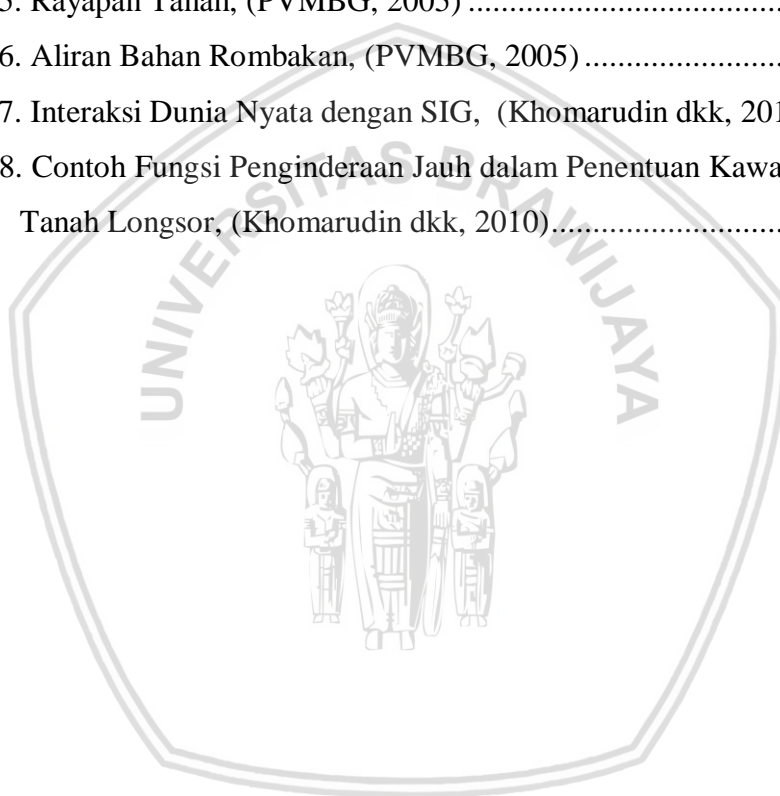
	Halaman
RINGKASAN.....	i
SUMMARY.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Alur Pikir	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanah Longsor.....	6
2.1.1 Pengertian Tanah Longsor.....	6
2.1.2 Penyebab terjadinya Tanah Longsor.....	7
2.1.3 Jenis-Jenis Tanah Longsor	10
2.2 Sistem Informasi Geografis (SIG).....	14
2.2.1 Pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG).....	14
2.3 Penginderaan Jauh	16
2.4 Sistem Pemodelan Hec-Ras dan Simulasi Monte Carlo	20
III. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan.....	22
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	22
3.3.1 Pengumpulan Data	22
3.3.2 Penyiapan Data	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Kondisi Umum Wilayah Jawa Timur	26

4.2 Pemetaan Zona Bencana Tanah Longsor Kabupaten dan Kota di Provinsi Jawa Timur	27
4.3 Pemetaan Zona Bencana Tanah Longsor dengan Pemodelan Algoritma Monte-Carlo dan Hec-Ras.....	52
4.4 Rekomendasi Mitigasi Bencana Tanah Longsor.....	54
4.4.1 Rekomendasi Mitigasi Bencana Tanah Longsor Aspek Manajemen Sumberdaya Lahan Berkelanjutan.....	54
4.4.2 Rekomendasi Mitigasi Bencana Tanah Longsor Aspek Sosial Politik dan Budaya.....	54
V. PENUTUP	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
Gambar 1.	Longsoran Translasi, (PVMBG, 2005).....	11
Gambar 2.	Longsoran Rotasi, (PVMBG, 2005).....	11
Gambar 3.	Pergerakan Blok, (PVMBG, 2005).....	12
Gambar 4.	Runtuhan Batu, (PVMBG, 2005)	12
Gambar 5.	Rayapan Tanah, (PVMBG, 2005)	13
Gambar 6.	Aliran Bahan Rombakan, (PVMBG, 2005)	13
Gambar 7.	Interaksi Dunia Nyata dengan SIG, (Khomarudin dkk, 2010).....	14
Gambar 8.	Contoh Fungsi Penginderaan Jauh dalam Penentuan Kawasan Bencana Tanah Longsor, (Khomarudin dkk, 2010).....	19



I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alam merupakan sesuatu yang sangat penting dalam kehidupan manusia, oleh karena itu manusia tidak dapat dipisahkan dari alam. Alam memang sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia, akan tetapi selain menguntungkan alam juga dapat merugikan bagi manusia seperti banyak terjadi bencana alam khususnya di Indonesia. Melihat fenomena tersebut seharusnya manusia dapat berfikir bagaimana untuk hidup selaras dengan alam. Alam tidak dapat ditentang begitu pula dengan bencana. Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng dunia yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik dan lempeng Australia yang bergerak saling menumbuk (konvergen). Akibat tumbukan dari lempeng-lempeng itu maka terbentuk daerah penunjaman memanjang disebelah barat pulau Sumatera, sebelah selatan pulau Jawa sampai ke pulau Bali dan kepulauan Nusa Tenggara, sebelah utara kepulauan Maluku dan sebelah utara Papua. Konsekuensi lain dari tumbukan itu terbentuk palung samudera, lipatan, punggungan, dan patahan dibusur kepulauan, sebaran gunung berapi, dan sebaran sumber gempa bumi (PVMBG, 2005)

Indonesia rawan terhadap bencana geologi dan klimatologi. Jenis tanah pelapukan yang sering dijumpai di Indonesia adalah hasil letusan gunung api. Salah satu provinsi di Indonesia yang mempunyai deretan gunung berapi yang masih aktif adalah Provinsi Jawa Timur antara lain; Gunung Arjuno Welirang, Gunung Semeru, dan Gunung Bromo (BPS, 2015). Tanah hasil letusan gunung api memiliki komposisi sebagian besar lempung dengan sedikit pasir dan mempunyai tingkat kesuburan yang tinggi. Tanah pelapukan yang berada diatas batuan kedap air pada perbukitan atau punggung bukit dibawah kaki gunung api dengan kemiringan sedang sampai terjal berpotensi mengakibatkan tanah longsor pada musim hujan dengan curah hujan berkuantitas tinggi. Jika perbukitan tersebut tidak ada tanaman keras berakar kuat dan dalam, maka kawasan tersebut rawan bencana tanah longsor (Darmawan, 2011).

Tanah longsor adalah suatu produk dari proses gangguan keseimbangan yang menyebabkan bergerakanya massa tanah dan batuan dari tempat yang lebih

tinggi ketempat yang lebih rendah. Pergerakan tersebut terjadi karena adanya faktor gaya yang terletak pada bidang tanah yang tidak rata atau disebut dengan lereng. Selanjutnya, gaya yang menahan massa tanah disepanjang lereng tersebut dipengaruhi oleh kedudukan muka air tanah, sifat fisik tanah, dan sudut dalam tahanan geser tanah yang bekerja disepanjang bidang luncuran (Samia *et al.*, 2017).

Faktor penyebab tanah longsor secara alamiah meliputi morfologi permukaan bumi, penggunaan lahan, litologi, struktur geologi, curah hujan, dan kegempaan. Selain faktor alamiah, juga disebabkan oleh faktor aktivitas manusia yang mempengaruhi suatu bentang alam, seperti kegiatan pertanian, pembebanan lereng, pemotongan lereng, dan pembangunan. Tanah longsor dikategorikan sebagai salah satu penyebab bencana alam, disamping gempa bumi dan banjir. Bahaya bencana tanah longsor berpengaruh besar terhadap kelangsungan kehidupan manusia. Terjadinya tanah longsor telah mengakibatkan kerugian besar, misalnya kehilangan jiwa manusia, kerusakan harta benda, dan terganggu ekosistem alam (Nugroho, Fahrudin, & Suwarsono, 2014).

Bencana tanah longsor di provinsi Jawa Timur masih sering terjadi, seperti pada tahun 2017 terjadi bencana tanah longsor di Kabupaten Ponorogo. Menurut data dari Badan Penanggulangan Bencana Nasional daerah Provinsi Jawa Timur (2017) menunjukkan bahwa bencana alam yang paling banyak korban jiwanya adalah bencana tanah longsor, hal ini dikarenakan bencana tanah longsor tidak bisa ditentukan tanda-tanda akan terjadi. Berdasarkan permasalahan yang terjadi, maka perlu dilakukan penelitian terkait penentuan kawasan rawan bencana tanah longsor di Provinsi Jawa Timur melalui pemetaan maupun survei lapangan (Firdaus & Sukojo, 2014).

Pemetaan merupakan proses mengumpulkan, mengolah dan menganalisis data sekunder maupun primer (data survei) menjadi tabel, grafik, laporan dan peta. Salah satu langkah dalam menentukan kawasan atau zona bencana tanah longsor di provinsi Jawa Timur adalah dengan pemetaan menggunakan alat pemetaan seperti ArcGIS dan bahan pemetaan seperti citra satelit Landsat 8 ETM (Rahmat, 2010). Metode penentuan kawasan atau zona bencana tanah longsor pada penelitian ini menggunakan metode algoritma Monte Carlo Hec-Ras untuk menganalisis sebaran bencana tanah longsor (Peres & Cancelliere, 2016). Melalui model simulasi

algoritma Monte-carlo dan Hec-Ras akan didapatkan area dampak bencana tanah longsor (Sutanto, 2009). Upaya pemetaan zona bencana tanah longsor dengan simulasi algoritma monte carlo dan hec-ras di Provinsi Jawa timur diharapkan dapat dijadikan acuan dalam penentuan tata ruang wilayah kota atau kabupaten dan sebagai langkah awal untuk memprediksi kawasan yang berpotensi bencana tanah longsor.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun Rumusan Masalah penelitian dengan judul Pemetaan Zona Bencana Tanah Longsor dengan pemodelan Algoritma Monte Carlo dan Hec-Ras berbasis Sistem informasi Geografis (SIG) adalah :

1. Bagaimana memetakan dan menganalisis zona bahaya bencana tanah longsor di Provinsi Jawa Timur?
2. Bagaimana acuan rencana aksi mitigasi pasca bencana tanah longsor?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dengan judul Pemetaan Zona Bencana Tanah Longsor dengan pemodelan Algoritma Monte Carlo dan Hec-Ras berbasis Sistem informasi Geografis (SIG) adalah :

1. Untuk memetakan dan menganalisis zona bahaya bencana tanah longsor di Provinsi Jawa Timur
2. Untuk acuan rencana aksi mitigasi pasca bencana tanah longsor

1.4 Hipotesis

Adapun hipotesis penelitian dengan judul Pemetaan Zona Bencana Tanah Longsor dengan pemodelan Monte Carlo dan Hec-Ras berbasis Sistem informasi Geografis (SIG) adalah

1. Bencana tanah longsor di provinsi Jawa Timur dapat dipetakan dengan indeks vegetasi, indeks tanah dan indeks air melalui pemodelan algoritma Monte-carlo dan Hec-ras.
2. Hasil Pemetaan Zona Bencana Tanah Longsor dengan pemodelan Monte Carlo dan Hec-Ras berbasis Sistem informasi Geografis (SIG) menunjukkan kawasan

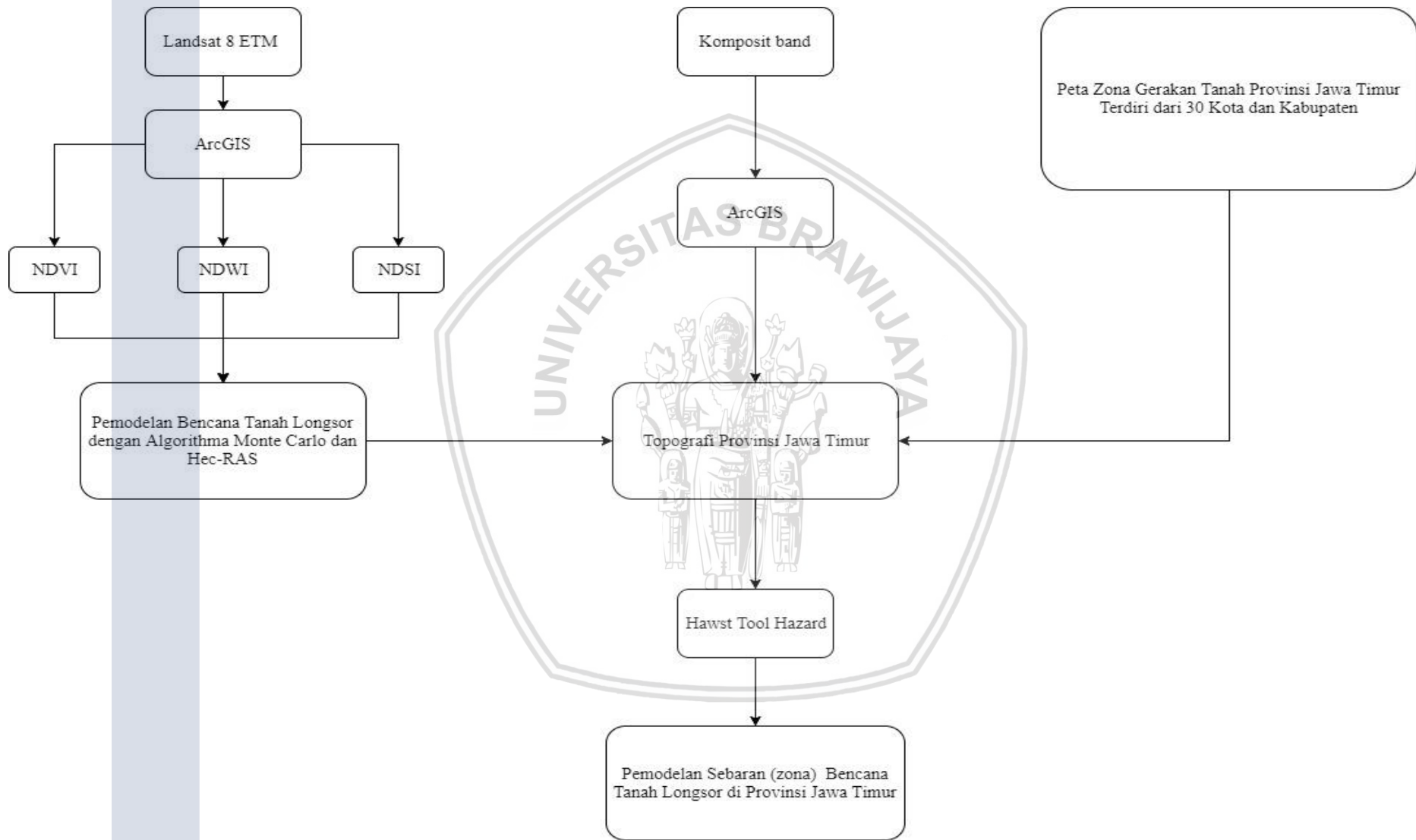
yang sering terjadi longsor adalah kawasan pegunungan, dan perbukitan dengan tutupan lahan yang terbuka.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat penelitian dengan judul Pemetaan Zona Bencana Tanah Longsor dengan pemodelan Monte Carlo dan Hec-Ras berbasis Sistem informasi Geografis (SIG) adalah dapat digunakan sebagai pedoman menentukan langkah strategis penanggulangan bencana tanah longsor yang lebih efektif dan efisien dan sebagai landasan ilmiah penentuan kebijakan lingkungan.



1.6 Alur Pikir





II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Longsor

2.1.1 Pengertian Tanah Longsor

Tanah longsor adalah gerakan tanah berkaitan langsung dengan berbagai sifat fisik alami seperti struktur geologi, bahan induk, tanah, pola drainase, lereng/bentuk lahan, hujan maupun sifat-sifat non-alami yang bersifat dinamis seperti penggunaan lahan dan infra-struktur (Barus 1999). Menurut Suripin (2002) tanah longsor merupakan bentuk erosi dimana pengangkutan atau gerakan masa tanah terjadi pada suatu saat dalam volume yang relatif besar. Peristiwa tanah longsor dikenal sebagai gerakan massa tanah, batuan atau kombinasinya, sering terjadi pada lereng-lereng alam atau buatan dan sebenarnya merupakan fenomena alam yaitu alam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhinya dan menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah. PVMBG (2005) menyatakan bahwa tanah longsor bisa disebut juga dengan gerakan tanah. Didefinisikan sebagai masa tanah atau material campuran lempung, kerikil, pasir, dan kerakal serta bongkah dan lumpur, yang bergerak sepanjang lereng atau keluar lereng karena faktor gravitasi bumi. Gerakan tanah adalah suatu gerakan menuruni lereng oleh massa tanah dan atau batuan penyusun lereng. Definisi di atas dapat menunjukkan bahwa massa yang bergerak dapat berupa massa tanah, massa batuan ataupun percampuran antara keduanya.

Masyarakat pada umumnya menerapkan istilah longsor untuk seluruh jenis gerakan tanah, baik yang melalui bidang gelincir ataupun tidak. Varnes (1978) secara definitif juga menerapkan istilah longsor ini untuk seluruh jenis gerakan tanah. Gerakan tanah merupakan salah satu proses geologi yang terjadi akibat interaksi beberapa kondisi antara lain geomorfologi, struktur geologi, hidrogeologi dan tata guna lahan. Kondisi tersebut saling berpengaruh sehingga mewujudkan kondisi lereng yang cenderung bergerak (Karnawati, 2007).

Gerakan tanah dapat diidentifikasi melalui tanda-tanda munculnya retak tarik dan kerutan-kerutan di permukaan lereng, patahnya pipa dan tiang listrik, miringnya pepohonan, perkerasan jalan yang terletak pada timbunan mengalami

ambblas, rusaknya perlengkapan jalan seperti pagar pengaman dan saluran drainase, tertutupnya sambungan ekspansi pada pelat jembatan, hilangnya kelurusan dari fondasi bangunan, tembok bangunan retakretak, dan dinding penahan tanah retak serta miring ke depan (Hardiyatmo, 2012). Kerentanan lereng terhadap gerakan tanah didefinisikan sebagai kecenderungan lereng dalam suatu wilayah atau zona untuk mengalami gerakan, tanpa mempertimbangkan resikonya terhadap kerugian jiwa atau ekonomi. Apabila aspek risiko terhadap manusia diperhitungkan, maka lebih tepat diterapkan istilah kerawanan (BAPEKOINDA, 2002).

2.1.2 Penyebab terjadinya Tanah Longsor

Banyak faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng yang megakibatkan terjadinya longsor. Faktor - faktor tersebut semacam kondisi-kondisi geologi dan hidrografi, topografi, iklim dan perubahan cuaca. Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan.

Menurut PVMBG (2005) tanah longsor terjadi karena ada beberapa faktor pemicunya, yaitu:

A. Faktor alam

1. Jenis Tanah

Jenis tanah juga mempengaruhi penyebab terjadinya longsor. Tanah yang mempunyai tekstur renggang, lembut yang sering disebut tanah lempung atau tanah liat dapat menyebabkan longsor. Apa lagi ditambahkan pada saat musin penghujan kemungkinan longsor akan lebih besar pada tanah jenis ini. Hal ini dikarenakan ketebalan tanah tidak lebih dari 2,5 m dengan sudut lereng 22 derajat. Selain itu kontur tanah ini mudah pecah jika udara terlalu panas dan menjadi lembek jika terkena air yang mengakibatkan rentan pergerakan tanah.

2. Curah Hujan

Ancaman tanah longsor biasanya dimulai pada bulan November karena meningkatnya intensitas curah hujan. Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam

jumlah besar. Hal itu mengakibatkan munculnya pori-pori atau rongga tanah hingga terjadi retakan dan merekahnya tanah permukaan. Pada saat hujan, air akan menyusup ke bagian yang retak. Tanah pun dengan cepat mengembang kembali. Pada awal musim hujan, kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu singkat. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor karena melalui tanah yang merekah itulah, air akan masuk dan terakumulasi di bagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral. Apabila ada pepohonan di permukaan, pelongsoran dapat dicegah karena air akan diserap oleh tumbuhan. Akar tumbuhan juga berfungsi sebagai pengikat tanah.

3. Kemiringan Lereng

Lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong. Lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut, dan angin. Kemiringan lereng dinyatakan dalam derajat atau persen. Kecuraman lereng 100 persen sama dengan kecuraman 45 derajat. Selain memperbesar jumlah aliran permukaan, makin curam lereng juga memperbesar kecepatan aliran permukaan, dengan itu memperbesar energi angkut air. Klasifikasi kemiringan lereng untuk pemetaan ancaman tanah longsor dibagi dalam lima kriteria diantaranya yaitu lereng datar dengan kemiringan 0-8%, landai berombak sampai bergelombang dengan kemiringan 8-15%, agak curam berbukit dengan kemiringan 15-25%, curam sampai sangat curang 25-40%, sangat curam dengan kemiringan >40%. Wilayah yang kemiringan lereng antara 0-15% akan stabil terhadap kemungkinan longsor, sedangkan di atas 15% potensi untuk terjadi longsor pada kawasan rawan gempa bumi semakin besar.

4. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan (*land use*) adalah modifikasi yang dilakukan oleh manusia terhadap lingkungan hidup menjadi lingkungan terbangun seperti lapangan, pertanian, dan permukiman. Permukiman yang menutupi lereng dapat mempengaruhi penstabilan yang negatif maupun positif. Sehingga tanaman yang disekitar tidak dapat menopang air dan meningkatkan kohesi tanah, atau sebaliknya dapat memperlebar keretakan dalam permukaan

baruan dan meningkatkan peresatan. Penggunaan lahan seperti persawahan, perladangan, dan adanya genangan air di lereng yang terjal. Pada lahan persawahan akarnya kurang kuat untuk mengikat butir tanah dan membuat tanah menjadi lembek dan jenuh dengan air sehingga mudah terjadi longsor. Untuk daerah perladangan penyebabnya adalah karena akar pohonnya tidak dapat menembus bidang longsor yang dalam dan umumnya terjadi di daerah longsor lama.

5. Getaran

Getaran yang terjadi biasanya diakibatkan oleh gempa bumi, ledakan, getaran mesin, dan getaran lalu lintas kendaraan. Akibat yang ditimbulkannya adalah tanah, badan jalan, lantai, dan dinding rumah menjadi retak.

6. Susut muka air danau atau bendungan

Akibat susutnya muka air yang cepat di danau maka gaya penahan lereng menjadi hilang, dengan sudut kemiringan waduk 220° mudah terjadi longsor dan penurunan tanah yang biasanya diikuti oleh retakan.

7. Adanya beban tambahan

Adanya beban tambahan seperti beban bangunan pada lereng, dan kendaraan akan memperbesar gaya pendorong terjadinya longsor, terutama di sekitar tikungan jalan pada daerah lembah. Akibatnya adalah sering terjadinya penurunan tanah dan retakan yang arahnya ke arah lembah.

8. Pengikisan/erosi

Pengikisan banyak dilakukan oleh air sungai ke arah tebing. Selain itu akibat penggundulan hutan di sekitar tikungan sungai, tebing akan menjadi terjal.

9. Adanya material timbunan pada tebing

Untuk mengembangkan dan memperluas lahan pemukiman umumnya dilakukan pemotongan tebing dan penimbunan lembah. Tanah timbunan pada lembah tersebut belum terpadatkan sempurna seperti tanah asli yang berada di bawahnya. Sehingga apabila hujan akan terjadi penurunan tanah yang kemudian diikuti dengan retakan tanah.

B. Faktor Manusia

Lereng menjadi terjal dan curam akibat dari pemotongan lereng dan penggerusan tebing akibat saluran air yang berjalan dengan cepat. Aktivitas pembukaan lahan oleh manusia membuat fungsi dari vegetasi alami menjadi berkurang pada ekosistem alami, sehingga terjadi ketimpangan siklus alam yang ada di ekosistem seperti siklus keluar masuk air. Menurut Karnawati (2003) menyatakan bahwa salah satu faktor penyebab terjadinya tanah longsor adalah air hujan. Derasnya hujan mengakibatkan air yang tertahan didalam solum tanah akan menekan butiran-butiran tekstur tanah dan mendorong tanah lempung berpasir untuk bergerak menuju aliran yang lebih rendah. Batuan yang kompak dan kedap air berperan sebagai penahan air dan bidang gelincir dalam proses pergerakan pemindahan massa longsor, sedangkan air berperan sebagai penggerak massa tanah yang tergelincir diatas bidang gelincir massa batuan kompak tersebut.

Hermawan dan Darmawan (2000) mengemukakan bahwa longsor disebabkan oleh kondisi tata air tanah dan sifat fisik /mekanik tanah tidak baik sehingga pada saat musim hujan telah terjadi peresapan air yang berlebihan mengakibatkan tingkat kejenuhan air tinggi sehingga dapat menimbulkan peningkatan tekanan air disertai penurunan kekuatan dan tahanan geser tanah sehingga terjadi longsor.

2.1.3 Jenis-Jenis Tanah Longsor

Menurut (PVMBG, 2005) mengklasifikasi tanah longsor menjadi 6 jenis yaitu:

1. Longsor Translasi

Adalah longsor yang terjadi karena bergerakanya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landau (Gambar 1).



Gambar 1. Longsoran Translasi, (PVMBG, 2005)

2. Longsoran Rotasi

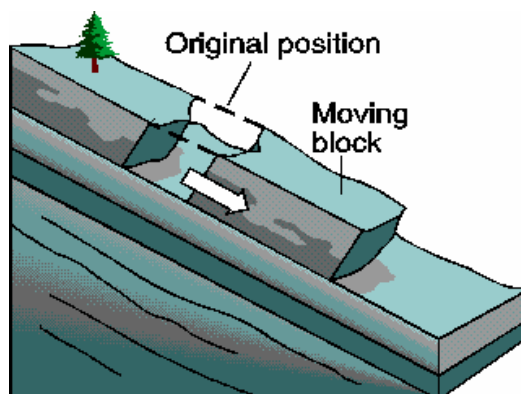
Adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.



Gambar 2. Longsoran Rotasi, (PVMBG, 2005)

3. Pergerakan Blok

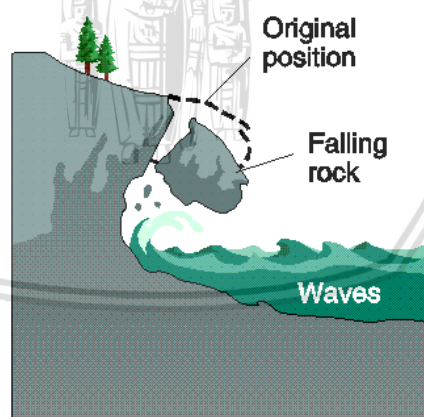
Adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsoran ini disebut juga longsoran translasi blok batu.



Gambar 3. Pergerakan Blok, (PVMBG, 2005)

4. Runtuhan Batu

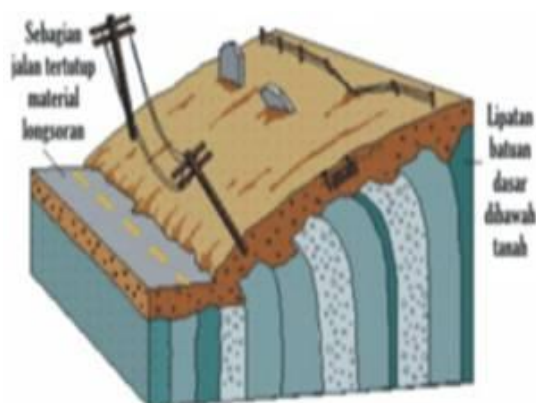
Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak kebawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang patah. Biasanya dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Gambaran runtuh batu dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Runtuhan Batu, (PVMBG, 2005)

5. Rayapan Tanah

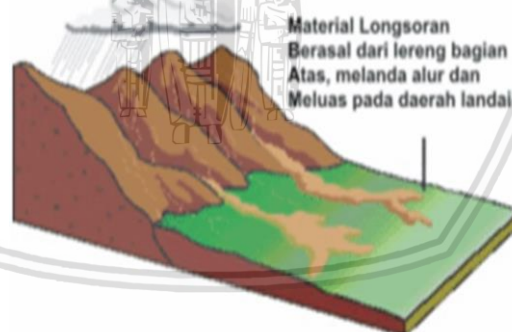
Adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tekstur tanahnya tersusun tekstur kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Selang waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring kebawah.



Gambar 5. Rayapan Tanah, (PVMBG, 2005)

6. Aliran Bahan Rombakan

Jenis bencana tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak di dorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakan terjadi disepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai disekitar gunung api (Gambar 6).



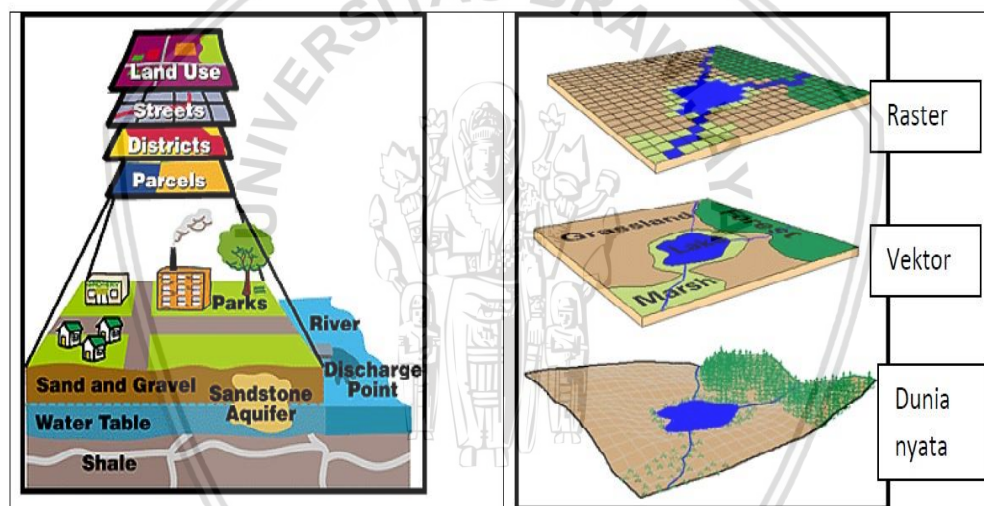
Gambar 6. Aliran Bahan Rombakan, (PVMBG, 2005)

2.2 Sistem Informasi Geografis (SIG)

2.2.1 Pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografi (SIG) menurut Prahasta (2001) merupakan suatu sistem (berbasis komputer) yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasikan informasi-informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan dan menganalisis obyek-obyek dan fenomena dimana

lokasi geografi merupakan karakteristik yang memiliki empat kemampuan berikut dalam menangani data yang bersifat geografi: (a) masukan, (b) manajemen data (penyimpanan dan pengambilan data), (c) analisis dan manipulasi data, (d) keluaran. Selain itu juga, Barus (1999) mengatakan bahwa SIG sebagai sarana untuk menyimpan, menggali, dan memanipulasi data serta menghasilkan produk. SIG banyak dimanfaatkan dalam berbagai studi dan kegiatan pengelolaan sumberdaya lahan maupun pemetaan bahaya longsor. Pengertian sistem informasi Geografi (SIG) adalah sistem berbasis computer baik perangkat keras, lunak dan prosedur yang dapat digunakan untuk menyimpan, memanipulasi informasi geografi (Stand Aronof, 1993). Kemudian interaksi manusia dengan alam nyata dapat terjadi dengan berbagai cara dan dapat diilustrasikan seperti Gambar 7.



Gambar 7. Interaksi Dunia Nyata dengan SIG, (Khomarudin dkk, 2010)

Menurut Purwadhi (1999) Sistem Informasi Geografis adalah suatu sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, mentransformasikan, menampilkan, memanipulasi, dan memadukan informasi dari berbagai sektor sehingga dapat dihasilkan informasi berharga yang diperoleh dari mengkolerasikan dan menganalisis data spasial dari fenomena geografis suatu wilayah. Kelebihan SIG terutama berkaitan dengan kemampuannya dalam menggabungkan berbagai data yang berbeda struktur, format, dan tingkat ketepatan. Sehingga memungkinkan integrasi berbagai disiplin keilmuan yang

sangat diperlukan dalam pemahaman fenomena bahaya longsor, dapat dilakukan lebih cepat. Salah satu kemudahan utama penggunaan SIG dalam pemetaan bahaya longsor adalah kemampuannya menumpang-tindihkan longsor dalam unit peta tertentu sehingga dapat dianalisis secara kuantitatif melalui pendekatan geomorfologi, deterministik, penyebaran, multivariate dll (Barus 1999).

Menurut Lo (1995) SIG paling tidak terdiri dari subsistem pemrosesan, subsistem analisis data dan subsistem menggunakan informasi. Subsistem pemrosesan data mencakup pengambilan data, input dan penyimpanan. Subsistem analisis data mencakup perbaikan, analisis data dan keluaran informasi dalam berbagai bentuk. Subsistem yang memakai informasi memungkinkan informasi relevan diterapkan pada suatu masalah. Dalam rancangan SIG komponen input dan output data memiliki peranan dominan membentuk arsitektur suatu sistem. Hal tersebut penting untuk memahami kedalam prosedur yang dipakai dalam kaitannya dengan masalah input/output data, juga organisasi data dan pemrosesan data. Ada 3 kategori data secara luas untuk input pada suatu sistem, yaitu alfanumerik, piktorial atau grafik dan data penginderaan jauh dari bentuk digital (Lo 1995).

Prahasta (2001) SIG merupakan sistem kompleks yang biasanya terintegrasi dengan lingkungan sistem-sistem komputer yang lain ditingkat fungsional dan jaringan. Sistem terdiri dari beberapa komponen, yaitu :

- a. Perangkat keras SIG tersedia untuk berbagai platform perangkat keras mulai dari PC desktop, workstation, hingga multiuser host yang dapat digunakan oleh banyak orang secara bersamaan dalam jaringan komputer yang luas, berkemampuan tinggi, memiliki ruang penyimpanan (harddisk) yang besar, dan mempunyai kapasitas memori (RAM) yang besar. Walaupun demikian, fungsionalitas SIG tidak terikat secara ketat terhadap karakteristik-karakteristik fisik perangkat keras ini sehingga keterbatasan memori pada PC pun dapat diatasi. Adapun perangkat keras yang sering digunakan untuk SIG adalah komputer (PC), mouse, digitizer, printer, plotter, dan scanner.
- b. Perangkat lunak SIG juga merupakan sistem perangkat lunak yang tersusun secara modular dengan basis data memegang peranan kunci. Setiap subsistem diimplementasikan dengan menggunakan perangkat lunak yang terdiri dari beberapa modul sehingga tidak mengherankan jika ada perangkat SIG yang

- terdiri dari ratusan modul program (*.exe) yang masing-masing dapat dieksekusi sendiri.
- c. Data dan Informasi Geografi SIG dapat mengumpulkan dan menyimpan data dan informasi yang diperlukan baik secara tidak langsung dengan cara meng-Import-nya dari perangkat-perangkat lunak SIG yang lain maupun secara langsung dengan cara mendigitasi data spasial-nya dari peta dan memasukkan data atributnya dari tabel-tabel dan laporan dengan menggunakan keyboard.
 - d. Manajemen Suatu proyek SIG akan berhasil jika dikelola dan diatur dengan baik dan dikerjakan oleh orang-orang yang memiliki keahlian yang tepat pada semua tingkatan. Model adalah sesuatu yang diidealkan dan dibentuk untuk menggambarkan suatu bagian realita. Dalam SIG suatu model dapat dibangun dengan dua cara, yaitu: (1) model dibangun dalam SIG dengan menggunakan fungsi standar SIG, dan (2) model dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman di luar paket SIG.

2.3 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1979). Terdapat empat komponen dasar dari sistem penginderaan jauh, yaitu target, sumber energi, alur transmisi, dan sensor. Komponen dalam sistem ini bekerja bersama untuk mengukur dan mencatat informasi mengenai target tanpa menyentuh obyek tersebut. Sumber energi yang menyinari atau memancarkan energi elektromagnetik pada target mutlak diperlukan. Energi berinteraksi dengan target dan sekaligus berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari target kepada sensor. Sensor merupakan sebuah alat yang mengumpulkan dan mencatat radiasi elektromagnetik.

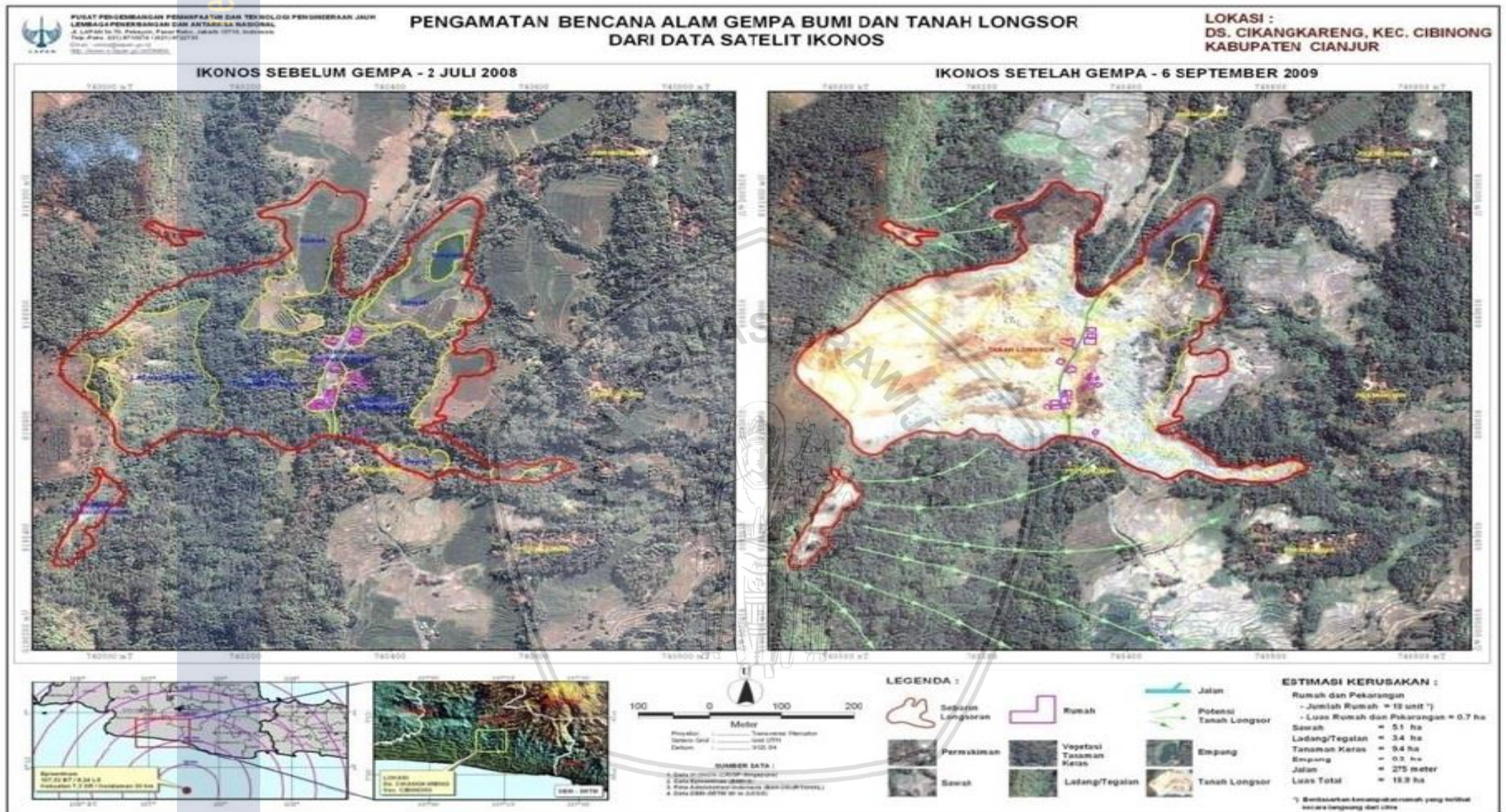
Data yang terekam oleh sensor kemudian dikirimkan ke stasiun penerima dan diproses menjadi format yang siap pakai, diantaranya berupa citra. Citra ini kemudian diinterpretasi untuk menyarikan informasi mengenai target. Proses interpretasi dapat dilakukan secara visual maupun digital /otomatis dengan bantuan komputer dan perangkat lunak pengolah citra. Menurut Sutanto (2009), dengan

bantuan citra penginderaan jauh, obyek suatu daerah dan gejala di permukaan bumi dapat digambarkan dengan wujud dan letak obyek yang mirip dengan wujud dan letaknya di permukaan bumi, relatif lengkap, meliputi daerah yang luas, dan permanen.

Satelit penginderaan jauh memiliki beberapa karakteristik, yang meliputi sistem sensor, resolusi, lebar sapuan, dan sistem orbit. Terdapat dua sistem sensor dalam penginderaan yaitu sensor optis dan sensor radar. Hal yang membedakan kedua sensor adalah pada sistem energi yang direkam oleh sensor satelit. Jikalau sensor optis (pasif) merekam hasil pemantulan objek oleh sinar matahari, sensor radar (aktif) menerima hamburan balik (*backscatter*) dari obyek yang asal energinya berasal dari satelit radar. Terdapat empat resolusi yang sering digunakan dalam menerangkan data penginderaan jauh. Resolusi spasial, temporal, radiometrik, dan spektral. Resolusi spatial adalah ukuran permukaan bumi yang digambarkan dalam satu pixel citra satelit, resolusi temporal adalah frekuensi satelit untuk memotret suatu wilayah yang sama, dan resolusi radiometrik menentukan seberapa bagus suatu sistem untuk dapat membedakan intensitasnya. Biasanya ditunjukkan dengan satuan 'bit', seperti 8 bit, 10 bit, dan lain-lain. Resolusi spektral menunjukkan jumlah kanal atau saluran yang dimiliki oleh satelit, yang menunjukkan kisaran spektral tertentu pada setiap kanalnya. Lebar permukaan bumi yang dapat direkam oleh satelit, biasanya tergantung dari ketinggian orbit satelit dari permukaan bumi, semakin tinggi letak satelit, semakin lebar permukaan bumi yang dapat direkam. Terdapat beberapa sistem orbit yang dikenal di penginderaan jauh, yaitu orbit polar, orbit ekuatorial, dan orbit tetap (geostationer). Orbit polar adalah suatu lintasan satelit dari kutub ke kutub yang ada di bumi dan orbit ekuatorial adalah suatu lintasan satelit yang sejajar dengan garis equator. Orbit geostationer adalah berorbit tetap, biasanya memiliki ketinggian 35.800 km.

Seiring dengan perkembangan teknologi, citra satelit berkembang dengan sangat pesat dari resolusi spasial yang sangat rendah sampai dengan sangat tinggi. Aplikasinya juga berkembang dari aplikasi cuaca, pemetaan sumberdaya alam, hingga perencanaan tata ruang perkotaan. Teknik/metode-pun berkembang dengan cepat dari teknik klasifikasi berdasarkan pixel, subpixel hingga berdasarkan objek.

Pemanfaatan data penginderaan jauh untuk deteksi bencana alam secara prinsip, setiap obyek dan fenomena alam yang berada di ruang permukaan bumi dapat dideteksi dari citra satelit. Jadi, bencana alam baik obyek yang dikenainya dan fenomena yang menyertainya dapat terekam oleh satelit yang melintas di atasnya. Kemampuan citra satelit dalam mendeteksinya sangat tergantung dari resolusinya, baik spasial, spektral, radiometrik, dan temporal. kajian kerentanan longsor serta analisis resiko bencana tanah longsor dapat dilakukan dengan dukungan data penginderaan jauh. Dalam hal ini, informasi masukan dapat diperoleh dari analisis citra. Informasi tersebut meliputi: penutup lahan, morfologi, tanah, geologi, serta curah hujan. Pada proses tanggap darurat bencana, pada banyak kasus, endapan hasil longsor dan dampak kerusakan yang ditimbulkannya dapat diamati dengan jelas dari citra satelit. Seperti telah dijelaskan di depan, bencana geologi berhubungan dengan proses geologi, yaitu prosesproses yang berasal dari permukaan bumi (eksogen) atau di bawah permukaan bumi (endogen) yang melibatkan material batuan penyusunnya. Letak Indonesia yang berada pada pertemuan antar lempeng tektonik menjadi penyebab utama Indonesia rawan terjadi bencana geologi. Bencana geologi yang sering melanda wilayah Indonesia meliputi erupsi gunungapi, gerakan tanah (tanah longsor), gempa bumi dan tsunami. Gambar 8 merupakan contoh pemanfaatan metode penginderaan jauh dalam menentukan daerah rawan bencana tanah longsor.



Gambar 8. Contoh Fungsi Penginderaan Jauh dalam Penentuan Kawasan Bencana Tanah Longsor, (Khomarudin dkk, 2010)

2.4 Sistem Pemodelan Hec-Ras dan Simulasi Monte Carlo

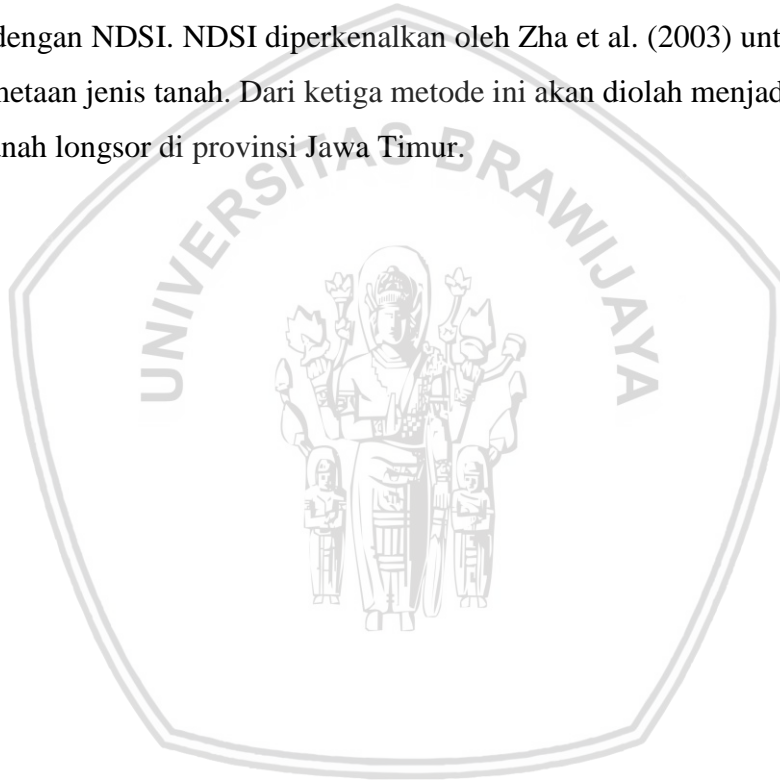
Secara umum, metode Monte Carlo dan Hec-Ras terdiri dari penggunaan model stokastik untuk menghasilkan input ke model matematis yang mewakili perilaku sistem fisik yang diteliti, dan kemudian menganalisis statistik output (Salas, 1993). Menurut Peres dan Cancelliere (2014) penggunaan simulasi algoritma Monte Carlo dan Hec-ras dalam penentuan kawasan bencana tanah longsor digunakan untuk menunjukkan secara kuantitatif bagaimana faktor-faktor penyebab tanah longsor dapat mempengaruhi perkiraan periode pengembalian pemicu tanah longsor dangkal. Pendekatan simulasi Monte Carlo dan Hec-Ras pada dasarnya terdiri dari penggabungan model faktor penyebab tanah longsor yang di bentuk dari beberapa data spasial. Salah satunya adalah indeks vegetasi (NDVI), indeks ketersediaan air (NDWI), dan Indeks Jenis tanah (NDWI). Dengan pemodelan Algoritma Monte-Carlo dan Hec-Ras ketiga data spasial tersebut diolah menjadi model sebaran tanah longsor.

Indek vegetasi merupakan kombinasi matematis antara bend *red* dan bend *NIR* yang telah lama digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan dan kondisi vegetasi (Lillesand dan Kiefer, 1997). Nilai NDVI mempunyai rentang anantara -1 (minus) hingga 1 (positif). Nilai yang mewakili vegetasi berada pada rentang 0.1 hingga 0,7, jika nilai NDVI di atas nilai ini menunjukkan tingkat kesehatan dari tutupan vegetasi yang lebih baik (Prahasta, 2008 dalam Wass, 2010). Informasi data kerapatan vegetasi dan perubahannya, luas lahan, dan keadaan dilapangan dapat dideteksi dari teknik penginderaan jauh dengan menggunakan citra satelit salah satunya adalah Landsat 8. Landsat 8 mempunyai ukuran rentang yang berbeda dari frekuensi sepanjang spektrum elektromagnetik warna, meskipun tidak selalu warna terlihat dengan mata manusia. Setiap rentang disebut sebuah band. Tinggi rendahnya suatu kerapatan vegetasi dapat diketahui dengan menggunakan teknik NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), yang merupakan sebuah transformasi citra penajaman spektral untuk menganalisa hal-hal yang berkaitan dengan vegetasi (Putra, 2011).

satu metode transformasi yang paling populer untuk ekstraksi data spasial lahan basah adalah *Normalized Difference Water Index* (NDWI). Metode transformasi NDWI sendiri sesungguhnya memiliki kemiripan dengan NDVI, yaitu menggunakan

perbandingan antar saluran (*band rationing*). Sama seperti NDVI, citra hasil transformasi NDWI juga memiliki rentang nilai pixel -1 sampai 1. Menurut McFeeters (1996), nilai pixel positif (lebih dari 0) berarti fitur air, sedangkan nilai pixel -1 sampai 0 berarti fitur selain air (vegetasi, tanah, dan sebagainya). Sehingga nilai 0 oleh McFeeters (1996) ditetapkan sebagai nilai ambang (*threshold*) untuk objek air pada citra hasil transformasi NDWI.

Metode deteksi indeks jenis tanah dilakukan secara digital dengan mempergunakan variabel indeks tanah (Normalized Difference Soil Index) atau disingkat dengan NDSI. NDSI diperkenalkan oleh Zha et al. (2003) untuk otomatisasi proses pemetaan jenis tanah. Dari ketiga metode ini akan diolah menjadi sebaran zona bencana tanah longsor di provinsi Jawa Timur.



III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Provinsi Jawa Timur meliputi seluruh Kota/Kabupaten. Analisis data dilaksanakan di Laboratorium *Modelling Remote Sensing* (Penginderaan jauh) di Badan Geologi Bidang Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi yang terletak di Kota Bandung Jawa Barat. Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Agustus 2014 – Agustus 2016.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah komputer dan survei set serta software yang meliputi; ArcMap 10.3, Hawst Tool Hazard, dan Microsoft Office 2016. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Landsat 8-ETM, Peta Administrasi Jawa Timur, serta data sukender dari BNPB Provinsi Jawa Timur, dan data dari Badan Geologi Bidang Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Bandung Jawa Barat.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam proses penelitian terdiri dari beberapa jenis data dasar yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis dan Sumber Data

No	Jenis Data	Sumber Data	Keterangan
1	Peta Administrasi Provinsi Jawa Timur	BGI	Skala 1:150.000
2	Citra Satelit 8- ETM	NASA-USGS	
3	Data Kebencanaan Provinsi Jawa Timur	BNPB Jatim	Tahun 2014-2016
4	Data Bencana Geologi Indonesia	PVMBG Nasional	Tahun 2014-2016

3.3.2 Penyiapan Data

3.3.2.1 Pengolahan Data Spasial

Data spasial berupa Citra Landsat 8-ETM disesuaikan dengan zona administrasi provinsi Jawa Timur kemudian diolah dengan metode penginderaan jauh (Remote Sensing) menjadi data indeks kerapatan vegetasi (NDVI), indeks ketersediaan air (NDWI), indeks jenis tanah (NDSI).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dengan interpretasi citra Landsat 8, menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG). *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) adalah perhitungan pada sebuah citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan sebagai awal pembagian daerah vegetasi. Nilai NDVI diperoleh dengan perhitungan *Near Infrared* dengan *Red* yang dipantulkan oleh tumbuhan. Nilai NDVI diperoleh dengan membandingkan data *Near Infrared* dan *Red* (Green et al., 2000 dalam Waas, 2010) dengan formula sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}, \text{ dimana}$$

NDVI adalah nilai *Normalized Difference Vegetation Index*, NIR adalah band 5 citra Landsat 8 dan Red adalah band 4 dari citra Landsat 8. Untuk menentukan nilai kerapatan tajuk vegetasi menggunakan hasil dari perhitungan NDVI, kemudian nilai kelas NDVI tersebut diklasifikasi ulang (*reclass*) menjadi tiga kelas, yaitu kerapatan jarang, sedang dan rapat. Pada NDVI kenampakan objek vegetasi dan objek tanah akan ditonjolkan (tinggi) nilai spektralnya, sementara objek air akan ditekan (rendah) nilai spektralnya. Hal ini karena pada saluran inframerah dekat (Near Infrared/NIR), yang memiliki panjang gelombang sekitar 0,7 – 0,9 µm, objek vegetasi dan tanah memiliki nilai spektral yang tinggi, sedangkan objek air memiliki nilai spektral yang sangat rendah (kurang dari 0). Artinya objek air pada saluran ini hampir tidak terlihat. Transformasi NDVI akan menghasilkan sebuah citra digital yang memiliki rentang

nilai pixel dari -1 hingga 1. Nilai pixel negatif diasosiasikan sebagai fitur air, nilai pixel 0 (nol) diasosiasikan sebagai fitur lahan terbuka atau bangunan atau yang sejenisnya, sementara nilai pixel positif diasosiasikan sebagai fitur vegetasi. Akan tetapi, Cheng et al. (2008) menggunakan nilai ambang (*threshold*) 0,22 untuk membatasi nilai pixel objek vegetasi pada citra resolusi tinggi IKONOS. Sehingga nilai pixel NDVI 0 sampai kurang dari 0,22 menurut Cheng merupakan objek lahan terbuka, bangunan, atau objek lainnya. NDVI pada nilai pixel positif menggambarkan tingkat kerapatan (densitas) vegetasi secara relatif. Artinya, semakin tinggi nilai NDVI, maka penutupan vegetasi dapat diartikan semakin rapat. Sehingga nilai NDVI yang tinggi dapat diinterpretasi sebagai vegetasi dengan tajuk rapat atau hutan.

menurut Xu (2006), NDWI ternyata memiliki satu kelemahan utama, yaitu belum efisien untuk menekan nilai spektral dari lahan-lahan terbangun. Sehingga fitur air yang sudah ditonjolkan ternyata masih tercampur (*mixed*) dengan *noise* dari objek bangunan. Dengan kata lain, dalam beberapa kasus, fitur bangunan pada hasil transformasi NDWI dapat bernilai positif, sehingga teridentifikasi sebagai air.

Berdasarkan pada permasalahan di atas, Xu (2006) menggeser/mengganti saluran pengurang menjadi saluran yang memiliki panjang gelombang lebih panjang, yaitu saluran inframerah tengah (*Middle Infrared/MIR*), atau kadang disebut juga saluran inframerah gelombang pendek (*Shortwave Infrared/SWIR*). Sehingga formulasi NDWI dimodifikasi oleh Xu (2006) sebagai berikut:

$$NDWI = \frac{\rho_{green} - \rho_{swir}}{\rho_{green} + \rho_{swir}}, \text{ dimana}$$

ρ_{swir} : saluran inframerah gelombang pendek citra multispektral (ekivalen dengan saluran 6 atau 7 Landsat 8)

Model NDSI dirancang untuk memetakan lahan jenis tanah di Provinsi Jawa Timur. NDSI diusulkan mampu melayani sebagai alternatif berharga untuk secara cepat dan obyektif dalam pemetaan jenis tanah. As-syakur et al. (2012) mencoba mengembangkan parameter indeks tanah sebagai model untuk memetakan jenis tanah

di provinsi Jawa Timur. Zha et al. (2003) mengembangkan perhitungan nilai NDSI dari data Landsat TM dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\text{NDSI} = \frac{\text{Band 6} - \text{Band 5}}{\text{Band 6} + \text{Band 5}}$$

Untuk mendapatkan topografi yang lebih relevan, citra landsat 8-ETM diolah dengan metode Algoritma Monte Carlo dan Hec-Ras menghasilkan topografi bencana longsor di provinsi Jawa Timur. Data hasil pengolahan saluran band landsat 8-ETM tersebut (NDVI, NDSI dan NDWI) digunakan untuk validasi dan acuan koreksi dalam menentukan sebaran tanah longsor. pemodelan Monte Carlo dan Hec-Ras adalah pemodelan yang telah ada di ArcMap sehingga hasil dari ketiga input tadi bisa langsung digunakan. Selanjutnya pemodelan bencana tanah longsor menggunakan simulasi sistem Monte carlo dan Hec-Ras dengan menggunakan alat berupa software Hawst Hazard Tool yang diintroduksi ke dalam ArcMap 10.3 dan bahan berupa NDVI, NDSI dan NDWI dari olahan citra landsat 8-ETM. Dengan penolahan Algoritma ketiga bahan tersebut diolah. Hasil dari pemodelan menggunakan sistem Monte carlo dengan software Hawst Hazard Tool adalah gambaran sebaran bencana tanah longsor yang berisi data wilayah yang berpotensi terkena bencana tanah longsor. Hawst Hazard Tool merupakan tool yang belum ada di ArcMap, sehingga perlu di intoduksi terlebih dahulu. Bentuk tool ini merupakan tool yang khusus digunakan untk membuat zona atau sebaran. Selanjutnya hasil dari olahan Hawst Hazard Tool adalah Validasi citra satelit yang bersisi titik rawan bencana tanah Longsor di Provinsi Jawa Timur.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Wilayah Jawa Timur

Provinsi Jawa Timur membentang antara $111^{\circ} 0'$ BT - $114^{\circ} 4'$ BT dan $7^{\circ} 12'$ LS - $8^{\circ} 48'$ LS, dengan pusat provinsi yang terletak di Kota Surabaya. Provinsi Jawa Timur memiliki 229 pulau dengan luas wilayah daratan sebesar 47.130,15 km² dan wilayah lautan seluas 110.764,28 km². Bagian utara Provinsi Jawa Timur berbatasan dengan Laut Jawa. Bagian selatan berbatasan dengan Samudera Indonesia, sebelah timur berbatasan dengan Selat Bali, dan daerah Barat berbatasan dengan Provinsi Jawa Tengah. Letak Jawa Timur yang strategis memberikan keuntungan bagi daerah ini karena menjadi penghubung antara wilayah Indonesia bagian barat dengan bagian tengah.

Topografi di Provinsi Jawa Timur beragam, ada yang berupa pegunungan, perbukitan, dan kepulauan. Sebagian besar wilayah Jawa Timur mempunyai kemiringan lereng 0-15 % hampir di seluruh dataran rendah Provinsi Jawa Timur, sedangkan untuk kemiringan lereng 15-40% berada pada daerah perbukitan dan pegunungan, kemiringan lereng >40% berada pada daerah pegunungan. Oleh karena itu, wilayah ini memiliki sumber daya pertanian, kelautan, kehutanan, dan pertambangan yang potensial. Iklim di daerah Jawa Timur termasuk dalam tropis lembab dengan curah hujan rata-rata 2.100 mm setiap tahun. Suhu udara di daerah ini berkisar antara 18° - 35° Celcius. Struktur geologi di Provinsi Jawa Timur didominasi oleh batuan sedimen Alluvium. Batuan hasil gunung berapi juga tersebar di bagian tengah wilayah Jawa Timur sehingga daerah ini relatif subur. Secara umum wilayah Provinsi Jawa Timur merupakan kawasan subur dengan berbagai jenis tanah seperti Halosen, Pleistosen, Pliosen, Miosen, dan Kwarter yang dipengaruhi adanya gunung berapi. Sekitar 20,60 % luas wilayah yaitu wilayah puncak gunung api dan perbukitan gamping yang mempunyai sifat erosif, sehingga tidak baik untuk dibudidayakan sebagai lahan pertanian. Sebagian besar wilayah Jawa Timur mempunyai kemiringan tanah 0-15 %, sekitar 65,49 % dari luas wilayah yaitu dataran aluvial antar gunung api sampai delta sungai dan pesisir yang mempunyai tingkat

kesuburan tinggi dan dataran aluvial di lajur Kendeng yang subur, sedang dataran aluvial di daerah gamping lajur Rembang dan lajur Pegunungan Selatan cukup subur. Beragam jenis batuan yang tersebar di Jawa Timur menyebabkan besarnya ketersediaan bahan tambang di wilayah ini.

Provinsi ini terbagi menjadi 30 kabupaten, meliputi Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Kediri, Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Madiun, Magetan, Ngawi, Bojonegoro, Tuban, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan dan Sumenep, serta 9 kota, yaitu Surabaya, Madiun, Kediri, Blitar, Malang, Batu, Pasuruan, Probolinggo dan Mojokerto. Jumlah penduduk di Provinsi Jawa Timur pada tahun 1998 dari hasil proyeksi penduduk oleh BPS Jawa Timur adalah sebanyak 33.447.470

4.2 Pemetaan Zona Bencana Tanah Longsor Kabupaten dan Kota di Provinsi Jawa Timur

Pemetaan dilakukan dengan tim modeling Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi dengan hasil berupa 30 Peta Kawasan Rawan bencana tanah longsor di Provinsi Jawa Timur. Kabupaten dan kota tersebut adalah:

1. Kabupaten Pasuruan

Secara umum luas wilayah Kabupaten Pasuruan sebesar 1.474,02 Km² atau 147401,50 Ha (3,13 persen luas Provinsi Jawa Timur). Wilayah Kabupaten Pasuruan memiliki 24 Kecamatan, yang terbagi menjadi 341 Desa, 24 kelurahan dan 1465 dusun. Mengingat wilayah Kabupaten Pasuruan sebagian besar mempunyai kemiringan antara 0-2%, dan ketinggiannya mempunyai range antara 0 - 10 meter dari permukaan laut maka keberadaan sungai tersebut disamping menguntungkan juga merugikan karena di musim penghujan rawan longsor terutama di wilayah bagian utara.

Secara Geologis, Kabupaten Pasuruan terbagi menjadi tiga wilayah geologis, yaitu daerah perbukitan, daerah dataran rendah dan daerah pantai. Dilihat dari sisi kemiringan tanahnya sebesar 66,85% wilayah memiliki kemiringan 0-15 derajat; sebesar 15,07% wilayah memiliki kemiringan antara 15-40 derajat; dan sebesar

18,08% wilayah memiliki kemiringan diatas 40 derajat. Maka dari itu kabupaten Pasuruan termasuk Rawan terhadap bencana tanah longsor.

2. Kabupaten Pamekasan

Luas wilayah Kabupaten Pamekasan 79.230 Ha terbagi dalam 13 Kecamatan, 11 Kelurahan dan 178 Desa. Batas wilayah administrasi Kabupaten Pamekasan di sebelah utara Laut Jawa, sebelah timur Kabupaten Sumenep, sebelah selatan Selat Madura, sebelah barat Kabupaten Sampang. Secara administrasi Kabupaten Pamekasan terletak pada 6°51'-7°31' lintang selatan dan 113°19'- 113°58' bujur timur. Dominasi dataran rendah membuat kabupaten pamekasan masuk dalam kategori zona kerentanan rendah, hanya pada lokasi daerah aliran sungai yang rawan terhadap bencana longsor.

3. Kabupaten Banyuwangi

Kabupaten Banyuwangi memiliki luas wilayah 5.782,50 km² . Banyuwangi masih merupakan daerah kawasan hutan karena besaran wilayah yang termasuk kawasan hutan lebih banyak kalau dibandingkan kawasan lainnya. Area kawasan hutan mencapai 183.396,34 ha atau sekitar 31,62%; daerah persawahan sekitar 66.152 ha atau 11,44%; perkebunan dengan luas sekitar 82.143,63 ha atau 14,21%; sedangkan yang dimanfaatkan sebagai daerah permukiman mencapai luas sekitar 127.454,22 ha atau 22,04.

Secara geografis Kabupaten Banyuwangi terletak di ujung timur Pulau Jawa. Wilayah daratannya terdiri atas dataran tinggi berupa pegunungan, dataran rendah serta daerah sekitar garis pantai yang membujur dari arah utara ke selatan. Batas wilayah Kabupaten Banyuwangi sebelah utara adalah Kabupaten Situbondo, sebelah timur adalah Selat Bali, sebelah selatan adalah Samudera Indonesia dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Jember dan Bondowoso. Berdasarkan garis batas koordinatnya, posisi Kabupaten Banyuwangi terletak di antara 70 43' - 8 0 46' Lintang Selatan dan 113 53' – 114 38' Bujur Timur. Topografi wilayah daratan Kabupaten Banyuwangi bagian barat dan utara pada umumnya merupakan pegunungan, dan bagian selatan sebagian besar merupakan dataran rendah. Dengan dominannya

kawasan hutan di kabupaten banyuwangi, maka tingkat kerawanan terhadap bencana tanah longsor sangat inim terjadi. Akan tetapi perlu kewaspadaan untuk selalu menjaga alam dan lingkungan supaya terjadi siklus alam yang berkelanjutan.

4. Kota dan Kabupaten Blitar

Luas wilayah Kabupaten Blitar adalah 1.588,79 km² dimana sekitar 38,02 persen merupakan wilayah dataran tinggi yang berada pada ketinggian 300-420 dari permukaan laut. Oleh karena di sebelah selatan berbatasan langsung dengan Samudra Indonesia, maka beberapa kecamatan mempunyai wilayah pantai, yaitu Kecamatan Pangungrejo, Wonotirto, dan Wates. Secara astronomis Kabupaten Blitar terletak di 111°40' - 112°10' BT dan 7°58' - 8°9'51'' LS, sedangkan secara geografis terletak di Pulau Jawa bagian timur dan berada di pesisir Samudra Hindia. Secara administratif Kabupaten Blitar terbagi dalam 22 kecamatan.

Hamparan wilayah Kabupaten Blitar merupakan daerah dengan ketinggian rata-rata \pm 243 meter di atas permukaan laut dengan distribusi wilayah menurut ketinggian, yaitu: 436,4% wilayah kecamatan berada pada ketinggian antara 100 - < 200 meter dpl. 436,4% wilayah kecamatan berada pada ketinggian antara 200 - < 300 meter dpl. 427,2% wilayah kecamatan berada pada ketinggian > 300 meter dpl. Terdapat enam kecamatan yang wilayahnya berada pada ketinggian >300 meter diatas permukaan laut, yaitu: Kecamatan Wates, Wonotirto, Doko, Gandusari, Nglegok, dan Pangungrejo. Keberadaan Sungai Brantas membagi wilayah Kabupaten Blitar menjadi 2 bagian, yaitu wilayah Kabupaten Blitar bagian Utara dan wilayah Kabupaten Blitar bagian Selatan. Merupakan dataran rendah dan dataran tinggi dengan ketinggian antara 105 – 349 meter dari permukaan laut. Wilayah ini secara geografis dekat dengan Gunung Kelud yang masih aktif sehingga tanah di wilayah ini lebih subur dibanding dengan bagian Selatan. Kabupaten Blitar bagian utara ini meliputi 15 wilayah kecamatan, yaitu: Kanigoro, Talun, Selopuro, Kesamben, Selorejo, Doko, Wlingi, Gandusari, Garum, Nglegok, Sanankulon, Ponggok, Srengat, Wonodadi, dan Udanawu. Merupakan perpaduan antara dataran rendah dan dataran tinggi dengan ketinggian antara 150-420 meter dari permukaan laut. Dari segi topografi, bagian selatan merupakan bagian pesisir dan pegunungan berbatu, sehingga struktur tanahnya

kurang subur dibandingkan dengan Blitar bagian utara. Bagian utara ini mencakup 7 wilayah kecamatan yaitu: Bakung, Wonotirto, Panggungrejo, Wates, Binangun, Sutojayan, dan Kademangan. Untuk tingkat kerawanan di kota Blitar termasuk dalam Kategori kawasan bencana sedang sampai dengan rendah.

5. Kabupaten Bojonegoro

Luas Wilayah Kabupaten Bojonegoro 2.307,06 km² terbagi dalam : 28 Kecamatan 11 Kelurahan dan 419 Desa. Batas wilayah administrasi Pemerintahan Kabupaten Bojonegoro di sebelah selatan Kabupaten Madiun, Nganjuk dan Ngawi, disebelah timur Kabupaten Kabupaten Lamongan. Sedangkan Kabupaten Tuban merupakan kabupaten tetangga yang berbatasan dari sisi utara. Kabupaten Bojonegoro terletak pada posisi 112°25' - 112°09' Bujur Timur dan 6°59' - 7°37' Lintang Selatan. Dari wilayah seluas 2.307,06 km² , sebanyak 40,15 persen merupakan hutan negara, sedangkan yang digunakan untuk sawah tercatat sekitar 32,58 persen.

Sebagai daerah yang beriklim tropis, Kabupaten Bojonegoro hanya mengenal dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Untuk memonitor rata-rata curah hujan yang jatuh, di Kabupaten Bojonegoro tersedia sebanyak 22 buah stasion penangkar hujan yang tersebar di 15 kecamatan. Sementara itu untuk menanggulangi kekurangan air untuk keperluan pengairan lahan pertanian dimusim kemarau, dilakukan dengan menaikkan air dari Sungai Bengawan Solo melalui pompanisasi yang tersebar di 8 kecamatan yang meliputi 24 desa. Wilayah Kabupaten Bojonegoro terletak pada ketinggian 0 sampai kurang dari 1000 meter dia atas permukaan air laut. Apabila ketinggian tersebut dikelompokkan atas; ketinggian 0 -100 meter luasnya 147.784 Ha , ketinggian 100 - 500 meter dengan luas 82.348 Ha, dan ketinggian 500 - 1000 meter dengan luas 574 Ha. Penggunaan lahan untuk sawah 56,17 %, tanah kering 38,74 % dan lainnya 5,08 %, adapun jenis penggunaan lahan terluas adalah peruntukan hutan Negara 40,15 % dari luas wilayah Kab. Bojonegoro. Untuk kawasan rawan bencana, kabupaten Bojonegoro lebih rawan terhadap bencana banjir, karena hamper seluruh kabupaten Bojonegoro dilintasi oleh sungai bengawan solo. Akan tetapi ada beberapa titik kawasan rawan bencana longsor yang berhubungan dengan daerah aliran sungai bengawan solo.

6. Kabupaten Bondowoso

Luas wilayah Kabupaten Bondowoso mencapai 1.560,10 Km² atau sekitar 3,26% dari luas total Provinsi Jawa Timur, yang terbagi menjadi 23 Kecamatan, 209 Desa, 10 Kelurahan dan 1.133 Dusun. Kabupaten Bondowoso tidak berbatasan langsung dengan laut atau pantai, karena wilayah Kabupaten Bondowoso tidak memiliki laut. Secara geografis, Kabupaten Bondowoso berada di wilayah bagian Timur Provinsi Jawa Timur dengan jarak kurang lebih 200 km dari Ibu Kota Provinsi (Surabaya). Koordinat wilayah terletak antara 113°48'10" - 113°48'26" Bujur Timur dan antara 7°50'10" - 7°56'41" Lintang Selatan.

Keadaan topografi wilayah Kabupaten Bondowoso merupakan daratan yang bervariasi dengan 44,4% wilayahnya merupakan pegunungan dan perbukitan, 30,7% merupakan dataran rendah, dan 24,9% merupakan dataran tinggi. Ditinjau dari ketinggiannya, Kabupaten Bondowoso rata – rata berada pada posisi 253 meter dpl (diatas permukaan laut) dengan puncak tertinggi 3.287 meter dpl (kecamatan sempol dan Sukosari) dan terendah 73 meter dpl (Kecamatan Cermee dan Prajekan). Berdasarkan tinjauan geologis, Kabupaten Bondowoso termasuk dalam rangkaian zona fisiografis gunung api. Batuan penyusun utama terdiri dari batuan endapan vulkanik hasil gunung api kwarter 21,6% dan hasil gunung api kwarter muda 62,8%, yang banyak mengandung leusit, tufa dan batupasir (5,6%), endapan alluvium 8,5% dan fasies sedimen miosen 1,5% dengan komposisi ukuran dominan lempung, lanau, lanau berpasir dan pasir halus ($\pm 96,9\%$) dan ukuran pasir kasar, kerikil, kerakal dan bongkah ($\pm 3,1\%$). Dengan demikian kawasan Kabupaten Bondowoso masuk dalam kategori kawasan rawan bencana tanah longsor.

7. Kabupaten Gresik

Lokasi Kabupaten Gresik terletak disebelah barat laut Kota Surabaya yang merupakan Ibukota Provinsi Jawa Timur dengan luas wilayah 1.191,25 km² yang terbagi dalam 18 Kecamatan dan terdiri dari 330 Desa dan 26 Kelurahan. Kabupaten Gresik juga mempunyai wilayah kepulauan, yaitu Pulau Bawean dan beberapa pulau

kecil di sekitarnya. Wilayah Kabupaten Gresik sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah timur berbatasan dengan Selat Madura dan Kota Surabaya, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Lamongan. Secara geografis wilayah Kabupaten Gresik terletak antara 112° sampai 113° Bujur Timur dan 7° sampai 8° Lintang Selatan. Sebagian besar wilayahnya merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2 sampai 12 meter diatas permukaan air laut kecuali Kecamatan Panceng yang mempunyai ketinggian 25 meter diatas permukaan air laut. Hampir sepertiga bagian dari wilayah Kabupaten Gresik merupakan daerah pesisir pantai, yaitu sepanjang 140 Km meliputi Kecamatan Kebomas, Gresik, Manyar, Bungah, Sidayu, Ujungpangkah, dan Panceng serta Kecamatan Tambak dan Sangkapura yang berada di Pulau Bawean.

Sebagian wilayah Kabupaten Gresik mempunyai dataran tinggi diatas 25 meter diatas permukaan laut, mempunyai kelerengan 2-15 %, serta adanya faktor pembatas alam berupa bentuk-bentuk batuan yang relatif sulit menyerap air (tanah clay) yang terdapat di Kecamatan Bungah dan Kecamatan Dukun. Sebagian kawasan pantai terdapat kawasan yang terabrasi dan intrusi air laut. Abrasi yang terjadi meliputi Kecamatan Bungah, Ujung Pangkah, Panceng, Sangkapura dan Tambak, Sedangkan Intrusi air laut terjadi di wilayah kecamatan Gresik, Kebomas, Manyar, Bungah, Sidayu dan Ujung Pangkah. Kabupaten gresik tergolong kabupaten dengan tingkat kerawanan bencana tanah longsor rendah karena hampir semua kawasan kabupaten gresik erupakan dataran rendah.

8. Kabupaten Jember

Kabupaten Jember memiliki luas wilayah kurang lebih 3.293,34 Km², dengan panjang pantai lebih kurang 170 Km. Sedangkan luas perairan Kabupaten Jember yang termasuk ZEE (Zona Ekonomi Eksklusif) kurang lebih 8.338,5 Km². Secara garis besar daratannya dibedakan sebagai berikut : Bagian selatan wilayah Kabupaten Jember, dataran rendah dengan titik terluarnya Pulau Barong, terdapat pula sekitar 82 pulau-pulau kecil, 16 pulau diantaranya sudah memiliki nama. Pada kawasan ini terdapat Taman Nasional Meru Betiri yang berbatasan Kabupaten Banyuwangi. Bagian barat

laut berbatasan dengan Kabupaten Probolinggo, merupakan bagian dari Pegunungan Iyang, dengan puncaknya Gunung Argopuro (3.088 m). Bagian timur merupakan bagian dari rangkaian Dataran Tinggi Ijen. Secara administratif wilayah Kabupaten Jember terbagi menjadi 31 kecamatan terdiri atas 28 kecamatan dengan 226 desa dan 3 kecamatan dengan 22 kelurahan, 1.000 dusun/lingkungan, 4.313 RW dan 15.205 RT. Kecamatan terluas adalah Tempurejo dengan luas 524,46 Km² atau 15,9% dari total luas wilayah Kabupaten Jember. Kecamatan yang terkecil adalah Kaliwates, seluas 24,94 Km² atau 0,76%. Kabupaten Jember berada pada ketinggian 0–3.300 meter di atas permukaan laut (dpl), dengan ketinggian daerah perkotaan Jember kurang lebih 87 meter di atas permukaan laut (dpl). Sebagian besar wilayah berada pada ketinggian antara 100 hingga 500 meter di atas permukaan laut yaitu 37,75%. Maka dari itu kabupaten Jember masuk dalam kawasan rawan bencana tanah longsor.

9. Kabupaten Jombang

Secara administrasi, Kabupaten Jombang terbagi menjadi 21 kecamatan yang terdiri dari 302 desa dan 4 kelurahan serta 1.258 dusun. Luas wilayah Kabupaten Jombang keseluruhan 1.159,50 Km² dengan kondisi topografi bervariasi yaitu kawasan seluas 1.101,52 Km² atau 95% berada pada ketinggian 700 meter dpl, sedangkan Ibukota Kabupaten Jombang terletak pada ketinggian \pm 44 meter dpl. Secara topografis wilayah Kabupaten Jombang dibagi menjadi 3 sub area:

- Kawasan Utara, merupakan pegunungan kapur muda Kendeng yang memiliki tanah relatif kurang subur, sebagian besar mempunyai fisiologi mendatar dan sebagian lagi berbukit-bukit, meliputi Kecamatan Plandaan, Kecamatan Kabuh, Kecamatan Ploso, Kecamatan Kudu dan Kecamatan Ngusikan.
- Kawasan Tengah, yakni di sebelah selatan Sungai Brantas, sebagian besar merupakan tanah pertanian dengan jaringan irigasi yang cukup bagus sehingga sangat cocok ditanami padi dan palawija. Adapun kawasan tengah meliputi Kecamatan Bandar Kedung Mulyo, Perak, Gudo, Diwek, Mojoagung, Sumobito, Jogoroto, Peterongan, Jombang, Megaluh, Tembelang dan Kecamatan Kesamben.

- Kawasan Selatan, merupakan tanah pegunungan, cocok untuk tanaman perkebunan, meliputi Kecamatan Ngoro, Bareng, Mojowarno dan Wonosalam.

Kabupaten Jombang berada pada koridor bagian tengah wilayah Propinsi Jawa Timur, berada pada posisi silang yaitu pada jalur Surabaya-Madiun dan Malang-Babat, dan secara geografis terletak di sebelah selatan garis katulistiwa berada diantara 112o03'45" dan 112o27'21"BT dan antara 07o20'37" dan 07o45'45"LS. Kabupaten Jombang masuk dalam kabupaten dengan kawasan rawan bencana tanah longsor sedang.

10. Kota dan Kabupaten Kediri

Kabupaten Kediri memiliki luas wilayah sebesar 1.386,05 Km² atau 138.605 Ha yang terbagi menjadi 26 kecamatan, serta 343 desa dan 1 kelurahan. Kabupaten Kediri dibagi menjadi 4 (empat) golongan dari luas wilayah, yaitu ketinggian di atas 0 meter – 100 meter dpl membentang seluas 32,45%, ketinggian di atas 100 meter – 500 meter dpl membentang seluas 53,83%, ketinggian di atas 500 meter – 1.000 meter dpl membentang seluas 9,98%, dan ketinggian di atas 1.000 meter dpl membentang seluas 3,73%.

Secara geologis karakteristik wilayah Kabupaten Kediri dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) bagian, yaitu : Bagian Barat Sungai Brantas, merupakan perbukitan lereng Gunung Wilis dan Gunung Klotok, sebagian besar merupakan daerah kurang subur; Bagian Tengah, merupakan dataran rendah yang sangat subur, melintas aliran Sungai Brantas dari selatan ke utara yang membelah wilayah Kabupaten Kediri; Bagian Timur Sungai Brantas, merupakan perbukitan kurang subur yang membentang dari Gunung Argowayang di bagian utara dan Gunung Kelud di bagian selatan. Kawasan rawan bencana tanah longsor kota dan kabupaten Kediri terjadi di kawasan perbukitan dan lereng gunung.

11. Kabupaten Lamongan

Kabupaten Lamongan memiliki luas wilayah kurang lebih 1.812,80 Km² setara 181.280 Ha atau + 3.78 % dari luas wilayah Propinsi Jawa Timur dengan panjang garis

pantai sepanjang 47 Km. Kabupaten Lamongan secara geografis terletak pada 6° 51' 54" sampai dengan 7° 23' 6" Lintang Selatan dan diantara garis bujur timur 112° 4' 41" sampai 112° 33' 12" bujur timur.

Kondisi topografi Kabupaten Lamongan dapat ditinjau dari ketinggian wilayah di atas permukaan laut dan kelerengan lahan. Kabupaten Lamongan terdiri dari dataran rendah dan berawa dengan ketinggian 0-25 m dengan luas 50,17% dari luas Kabupaten Lamongan, daratan ketinggian 25-100 m seluas 45,68% dan sisanya 4,15% merupakan daratan dengan ketinggian di atas 100 m dari permukaan air laut. Kawasan rawan bencana untuk kabupaten Lamongan lebih kearah bencana banjir karena hampir sama seperti kabupaten Bojonegoro yang di lintasi sungai Bengawan solo.

12. Kabupaten Lumajang

Luas wilayah Kabupaten Lumajang ±1.790,90 Km² (±179.090,01 Ha.) atau 3,74% dari luas Propinsi Jawa Timur, dimana kecamatan terluas adalah Kecamatan Senduro, yaitu 17.089,65 Ha sedangkan terkecil adalah Kecamatan Tekung dengan luas 2.788,00 Ha, yang secara administratif terdiri dari 21 kecamatan, 205 desa/kelurahan, 1.738 RW dan 7.028 RT. Kawasan rawan Bencana tanah longsor untuk kabupaten Lumajang lebih dominan terjadi di kawasan perbukitan dan tergolong dala kategori bencana tanah longsor rendah.

13. Kota dan Kabupaten Madiun

Kabupaten Madiun merupakan salah satu dari 29 kabupaten di wilayah Provinsi Jawa Timur. Keseluruhan luas wilayah 1.010,86 Km², terdiri dari 15 wilayah administrasi kecamatan dan 206 wilayah administrasi desa/kelurahan. Topografi di Kabupaten Madiun membujur dari utara ke selatan dengan posisi terendah terdapat di lembah-lembah Bengawan Madiun berdekatan dengan pusat Kota Madiun dengan ketinggian antara 21 - 100 mdpl. Kemudian berturut-turut ke arah selatan yang semakin bertambah tinggi hingga ketinggian hampir 2.000 mdpl. Kecamatan-kecamatan dengan ketinggian antara 1000-2000 mdpl diantaranya adalah Kecamatan Kare, Gemarang dan

Dagangan sedangkan kecamatan dengan ketinggian >2000 mdpl adalah Kecamatan Kare.

Kabupaten Madiun prosentase terbesar didominasi oleh ketinggian 100 – 500 meter di atas permukaan laut disusul kemudian oleh ketinggian 50 – 100 meter di atas permukaan laut yang tersebar di seluruh kecamatan di Kabupaten Madiun. Sebagaimana halnya topografi, maka Kelerengan di Kabupaten Madiun juga bervariasi mulai dari kelerengan 0-8% sampai $>45\%$. Kecamatan-kecamatan yang ada di Kabupaten Madiun pada umumnya berada pada kelerengan 0-8% dan tersebar di seluruh kecamatan kecuali Kecamatan Kare. Sedangkan kecamatan-kecamatan yang berada pada ketinggian 1000 sampai >2000 meter di atas permukaan laut umumnya mempunyai kelerengan wilayah di $> 25\%$. Kecamatan dimaksud antara lain adalah Kecamatan Dolopo, Dagangan, Kare, Wungu, Gemarang, Mejayan dan Wonoasri, dimana kecamatan-kecamatan tersebut umumnya berada di bagian selatan berdekatan dengan Pegunungan Wilis. Maka dari itu Kabupaten Madiun tergolong dalam Kawasan rawan bencana tanah longsor dengan kategori sedang sampai tinggi.

14. Kota dan Kabupaten Malang

Kabupaten Malang adalah sebuah kawasan yang terletak pada bagian tengah selatan wilayah Propinsi Jawa Timur. Berbatasan dengan enam kabupaten dan Samudera Indonesia. Sebelah Utara-Timur, berbatasan dengan Kabupaten Pasuruan dan Probolinggo. Sebelah Timur, berbatasan dengan Kabupaten Lumajang. Sebelah Selatan, berbatasan dengan Samudera Indonesia dan Sebelah Barat, berbatasan dengan Kabupaten Blitar. Sebelah Barat Utara, berbatasan dengan Kabupaten Kediri dan Mojokerto. Kabupaten dan Kota Malang dikelilingi oleh beberapa gunung aktif di pulau Jawa serta mempunyai topografi dominan pegunungan dan perbukitan. Letak geografis sedemikian itu menyebabkan Kabupaten Malang Rawan terhadap Bencana Tanah Longsor

15. Kabupaten Magetan

Kabupaten Magetan memiliki wilayah seluas 688,85 km². Secara administratif terbagi dalam 18 kecamatan, 208 desa dan 27 kelurahan (235 desa/kelurahan), 1.048 RW dan 4.710 RT. belah timur yang membentang dari selatan ke utara, karena itu Kabupaten Magetan dikenal dengan sebutan GREEN BELT LAWU atau lingkaran hijau Lawu. Ibukota Kabupaten Magetan terletak di Kelurahan/Kecamatan Magetan. Secara geografis, Magetan terletak di sekitar 7° 38' 30" lintang selatan dan 111° 20' 30" bujur timur dengan ketinggian antara 660 s/d 1.660 meter di atas permukaan air laut.

Topografi wilayah Kabupaten Magetan terbagi kedalam beberapa jenis wilayah berdasarkan tingkat kesuburan tanah (topologi), yaitu : 1. Tipe wilayah pegunungan dengan kondisi tanah subur yaitu Kecamatan Plaosan. 2. Tipe wilayah pegunungan dengan tanah sedang yaitu Kecamatan Panekan, dan Kecamatan Poncol Bagian Barat. 3. Tipe wilayah pegunungan dengan tanah kurang subur (kritis) yaitu Kecamatan Parang, Kecamatan Lembeyan, Kecamatan Poncol bagian Timur, dan Kecamatan Kawedanan Bagian Selatan. 4. Tipe wilayah dataran rendah dengan tanah pertanian subur yaitu Kecamatan Barat dan Kecamatan Takeran. 5. Tipe wilayah dataran rendah dengan tanah pertanian sedang yaitu Kecamatan Maospati, Kecamatan Magetan, sebagian Kecamatan Bendo, sebagian Kecamatan Kawedanan dan sebagian Kecamatan Sukomoro. 6. Tipe wilayah dataran rendah dengan tanah pertanian kurang subur yaitu sebagian Kecamatan Bendo dan sebagian Kecamatan Sukomoro.

Kondisi geologi wilayah Kabupaten Magetan dan sekitarnya, Bagian Barat Laut yang ditempati Gunung Lawu termasuk dalam jalur gunung api kuarter yang masih giat, sedang Bagian Selatan termasuk dalam jalur Pegunungan Selatan. Pebukitan di utara Sungai Tirtomoyo merupakan pebukitan lipatan berarah Timur Laut Barat-Barat Daya. Perbukitan tinggi di sisi Selatannya selain terlipat juga tersesarkan. Secara morfogenesis pebukitan di Kabupaten Magetan dipengaruhi oleh struktur lipatan, sesar dan sifat litologi. Sebagian besar wilayah Kabupaten Magetan terbentuk dari hasil gunung api kuarter muda yang terdiri dari lereccia, tuff, dan lakiri. Letak geografis sedemikian itu menyebabkan Kabupaten Magetan Rawan terhadap Bencana Tanah Longsor.

16. Kota dan Kabupaten Mojokerto

Pemerintah Kabupaten Mojokerto berkedudukan di Jalan Jend. A. Yani Nomor 16 Mojokerto. Luas Wilayah Kabupaten Mojokerto secara keseluruhan adalah 969.360 Km² atau sekitar 2,09% dari luas Propinsi Jawa Timur. Secara administratif wilayah Kabupaten Mojokerto terdiri dari 18 kecamatan, 229 desa dan 5 kelurahan. Letak Wilayah Kabupaten Mojokerto terletak antara 111°20'13" s/d 111°40'47" Bujur Timur dan antara 7°18'35" s/d 7°47'30" Lintang Selatan.

Secara geografis Kabupaten Mojokerto tidak berbatasan dengan pantai, hanya berbatasan dengan wilayah kabupaten lainnya. Secara geologis Kabupaten Mojokerto terbagi atas empat macam batuan, yaitu aluvium, pliosen fassies sedimen, pliosen fasies batu gamping dan miosen fasies sedimen. Jenis batuan aluvium dan miosen fasies sedimen banyak dimanfaatkan masyarakat untuk tegalan dan sawah serta sebagian kecil batuan pliosen fasies sedimen untuk tegalan. Struktur geologi yang dijumpai di wilayah Kabupaten Mojokerto adalah sebagai berikut ini; Struktur primer (berupa perlapisan batuan, lipatan antiklin – sinklin, dijumpai pada sisi utara), Struktur sekunder (berupa sesar normal, sesar geser, dengan arah baratdaya-timurlaut dan baratlaut-tenggara, berkembang di bagian tengah dan selatan). Struktur sekunder lainnya berupa kekar-kekar pada batuan berkembang dalam skala yang lebih kecil dan dikontrol oleh aktifitas struktur regionalnya. Letak geografis sedemikian itu menyebabkan Kabupaten Mojokerto Rawan terhadap Bencana Tanah Longsor

17. Kabupaten Bangkalan

Luas Wilayah Kabupaten Bangkalan 1.260,14 km² terbagi dalam 18 Kecamatan 8 Kelurahan dan 273 Desa. Wilayah Kabupaten Bangkalan yang terletak di pesisir pantai di antaranya kecamatan Sepulu, Bangkalan, Socah, Kamal, Modung, Kwanyar, Arosbaya, Klampis, Tanjung Bumi dan Labang. Sedangkan wilayah Bangkalan yang berbukit-bukit mulai dari Burneh, Geger, Kokop, Tragah, Tanah Merah, Labang, Konang dan Galis. Letak geografis sedemikian itu menyebabkan Kabupaten Bangkalan tergolong kawasan yang tingkat kerawanan terhadap Bencana Tanah Longsor sangat rendah. Bangkalan merupakan salah satu kabupaten yang

terletak paling barat di kepulauan Madura. Pulau Madura merupakan bagian dari Propinsi Jawa Timur yang terpisah dari kabupaten lain yang masuk dalam Propinsi Jawa Timur.

18. Kabupaten Nganjuk

Luas wilayah administratif Kabupaten Nganjuk adalah 1.224,331 Km² dengan batas-batas wilayah, sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Bojonegoro, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Kediri dan Kabupaten Tulungagung, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Jombang dan Kabupaten Kediri, dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Ponorogo dan Kabupaten Madiun. Kabupaten Nganjuk merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang terletak di bagian barat dari wilayah Provinsi Jawa Timur pada koordinat 111° 5' – 112° 13' Bujur Timur dan 7° 20' – 7° 50' Lintang Selatan. Topografi Kabupaten Nganjuk meliputi, sebelah barat daya merupakan daerah pegunungan (Gunung Wilis) dengan ketinggian 1.000 sampai dengan 2.300 m DPL, potensial untuk tanaman perkebunan dan holtikultura. Bagian tengah merupakan dataran rendah dengan ketinggian 60-140 m DPL, merupakan daerah pertanian tanaman pangan dan holtikultura. Bagian utara merupakan daerah pegunungan (Pegunungan Kendeng) dengan ketinggian 60-300 m DPL, yang merupakan daerah hutan jati, lahan potensial untuk tanaman tembakau dan bahan galian kapur. Sebagian besar kecamatan berada pada dataran rendah dengan ketinggian antara 46 meter sampai dengan 95 meter di atas permukaan laut. Sedangkan 4 (empat) kecamatan berada pada daerah pegunungan dengan ketinggian 150 meter sampai 750 meter di atas permukaan laut. Daerah tertinggi terletak di Desa Ngliman Kecamatan Sawahan. Pada bagian dataran rendah, keadaan air tanah merupakan air tanah dangkal.

Kabupaten Nganjuk dilewati oleh Kali Widas yang berasal dari Kabupaten Madiun dan Kali Kuncir yang melewati Kota Nganjuk di bagian utara dan selatan. Kedua sungai tersebut bertemu di Kali Kedungsoko yang mengalir ke utara bertemu dengan Kali Widas. Kali Widas tersebut mengalir ke timur melalui Kecamatan

Lengkong dan bermuara di Kali Brantas yang merupakan batas wilayah kabupaten Nganjuk bagian timur. Kabupaten Nganjuk termasuk dalam kategori kerawanan sedang terhadap bencana tanah longsor.

19. Kabupaten Ngawi

Luas wilayah Kabupaten Ngawi 1.295,898 Km² terletak pada posisi 7° 21 ' - 7° 31' Lintang Selatan dan 111° 10 ' - 111° 40' Bujur Timur yang merupakan Wilayah bagian paling Barat dari Propinsi Jawa Timur yang berbatasan langsung dengan Propinsi Jawa Tengah. Berdasarkan ketinggian tempatnya, wilayah Kabupaten Ngawi dikelompokkan menjadi : 1. Daerah dengan ketinggian < 50 m di atas permukaan laut terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Ngawi, Paron, Geneng, Pangkur dan Kasreman. 2. Daerah dengan ketinggian 50 -100 m di atas permukaan laut terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Pangkur, Karangjati, Bringin, Kasreman, Ngawi, Pitu, Paron, Geneng, Gerih, Widodaren, Mantingan dan Karanganyar. 3. Daerah dengan ketinggian 100 – 150 m di atas permukaan laut, terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Ngrambe, Jogorogo, Kendal dan Sine. 4. Daerah dengan ketinggian 150 – 200 m di atas permukaan laut terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Mantingan, Karanganyar, Widodaren, Kedunggalar, Gerih, Pitu, Bringin, Kasreman, Ngrambe, Jogorogo, Kendal dan Sine. 5. Daerah dengan ketinggian 200 – 250 m di atas permukaan laut terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Ngrambe, Jogorogo, Kendal dan Sine. 6. Daerah dengan ketinggian 250 – 500 m di atas permukaan laut terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Ngrambe, Jogorogo, Kendal dan Sine. 7. Daerah dengan ketinggian 500 – 800 m di atas permukaan laut terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Ngrambe, Jogorogo, Kendal dan Sine. 8. Daerah dengan ketinggian 800 – 1200 m di atas permukaan laut terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Ngrambe, Jogorogo, Kendal dan Sine. 9. Daerah dengan ketinggian 1200 – 1500 m di atas permukaan laut terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Ngrambe, Jogorogo, Kendal dan Sine.

10. Daerah dengan ketinggian 1500 – 1800 m di atas permukaan laut terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Ngrambe, Jogorogo, Kendal dan Sine. 11. Daerah dengan ketinggian 1800 – 2100 m di atas permukaan laut terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Ngrambe, Jogorogo, Kendal dan Sine. 12. Daerah dengan ketinggian 2100 – 2400 m di atas permukaan laut terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Ngrambe, Jogorogo, Kendal dan Sine. 13. Daerah dengan ketinggian 2400 – 2700 m di atas permukaan laut terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Ngrambe, Jogorogo, Kendal dan Sine. Berdasarkan kelerengannya topografi Kabupaten Ngawi dikelompokkan menjadi : 1. Wilayah dengan kelerengan $< 2\%$ terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Karanganyar, Widodaren, Mantingan, Kedunggalar, Pitu, Paron, Ngawi, Geneng, Gerih, Pangkur, Kasreman, Bringin, dan Karangjati. 2. Wilayah dengan kelerengan 2 - 5 % terdiri atas sebagian besar wilayah Kecamatan Karanganyar, Pitu, Kasreman, Ngawi, Bringin, Karangjati, Sine, Ngrambe, Jogorogo, dan Kendal. 3. Wilayah dengan kelerengan 5 - 10 % terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Sine, Ngrambe, Jogorogo, dan Kendal. 4. Wilayah dengan kelerengan 10 - 20 % terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Sine, Ngrambe, Jogorogo dan Kendal. 5. Wilayah dengan kelerengan 20 – 30 % terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Sine, Ngrambe, Jogorogo dan Kendal. 6. Wilayah dengan kelerengan 30 - 40 % terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Sine, Ngrambe, Jogorogo dan Kendal. 7. Wilayah dengan kelerengan $> 40\%$ terdiri atas sebagian wilayah Kecamatan Sine, Ngrambe, Jogorogo dan Kendal. Letak geografis sedemikian itu menyebabkan Kabupaten Ngawi Rawan terhadap Bencana Tanah Longsor

20. Kota Surabaya

Kota Surabaya yang secara resmi berdiri sejak tahun 1293, terkenal sebagai kota pelabuhan yang secara tidak langsung mengantarkan Surabaya sebagai kota Perdagangan dan jasa; serta merupakan jalur strategis yang menghubungkan regional di tengah dan Timur Indonesia. Secara geografis Kota Surabaya berada di $7^{\circ} 9' - 7^{\circ} 21'$ Lintang Selatan dan $112^{\circ} 36' - 112^{\circ} 57'$ Bujur Timur, sebagian besar wilayah Kota Surabaya merupakan dataran rendah dengan ketinggian 3 - 6 meter di atas permukaan

laut, sebagian lagi pada sebelah Selatan merupakan kondisi berbukit-bukit dengan ketinggian 25 - 50 meter di atas permukaan laut. Letak geografis sedemikian itu menyebabkan kota Surabaya termasuk dalam kategori rendah terhadap Bencana Tanah Longsor.

Luas wilayah Kota Surabaya + 52.087 Ha, dengan 63,45 persen atau 33.048 Ha dari luas total wilayah merupakan daratan dan selebihnya sekitar 36,55 persen atau 19.039 Ha merupakan wilayah laut yang dikelola oleh Pemerintah Kota Surabaya. Secara administratif wilayah Kota Surabaya terbagi menjadi 5 wilayah kota, terdiri dari 31 Kecamatan dan 163 Kelurahan. Dengan batas-batas wilayah kota Surabaya adalah sebagai berikut : Utara berbatasan dengan Selat Madura, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo, sebelah timur dibatasi Selat Madura dan sebelah barat dibatasi dengan Kabupaten Gresik.

21. Kabupaten Tulungagung

Pemerintah Kabupaten Tulungagung berkedudukan di Jalan Ahmad Yani Timur Nomor 37, Kelurahan Tamanan, Kecamatan Tulungagung, Kabupaten Tulungagung. Luas wilayah Kabupaten Tulungagung 1.055,65 km² terbagi menjadi 19 kecamatan 14 kelurahan dan 257 desa. Kabupaten Tulungagung terletak pada posisi 111 43' sampai dengan 112 07' Bujur Timur dan 7 51' sampai dengan 8 18' Lintang Selatan dengan titik nol derajat dihitung dari Greenwich, Inggris. Batas-batas administratif wilayah Kabupaten Tulungagung adalah: - Utara: Kabupaten Kediri - Timur: Kabupaten Blitar - Selatan: Samudera Hindia / Indonesia - Barat: Kabupaten Trenggalek Jarak antara Ibukota Kabupaten Tulungagung (Kecamatan Tulungagung) dengan Ibukota Provinsi Jawa Timur (Kota Surabaya) kurang lebih 154 km ke arah Barat Daya. Sementara jarak antara Ibukota Kecamatan ke Ibukota Kabupaten di Kabupaten Tulungagung berkisar antara 0-36 km, dimana Kecamatan Pucanglaban merupakan daerah yang memiliki jarak terjauh dari Ibukota Kabupaten.

Kabupaten Tulungagung memiliki fisiografi lahan dari dataran rendah, sedang hingga dataran tinggi dengan konfigurasi datar hingga perbukitan dan pegunungan. Dataran rendah merupakan daerah dengan ketinggian di bawah 500 m dari permukaan

laut, daerah ini meliputi semua kecamatan tetapi tidak semua desa, untuk Kecamatan Pagerwojo dan Sendang hanya empat desa. Dataran sedang mempunyai ketinggian 500 m sampai dengan 700 m dari permukaan laut, daerah ini meliputi Kecamatan Pagerwojo sebanyak enam desa dan Kecamatan Sendang sebanyak lima desa. Sedangkan dataran tinggi merupakan daerah dengan ketinggian di atas 700 m dari permukaan air laut yaitu Kecamatan pagerwojo sebanyak satu desa dan Kecamatan Sendang sebanyak dua desa. Letak geografis sedemikian itu menyebabkan Kabupaten Tulungagung termasuk dalam kategori sedang terhadap Bencana Tanah Longsor.

Daerah yang mempunyai wilayah terluas secara berurutan yaitu Kecamatan Tanggunggunung, Kecamatan Kalidawir, Kecamatan Sendang dan Kecamatan Pagerwojo. Secara garis besar wilayah Kabupaten Tulungagung dapat dikelompokkan ke dalam tiga bagian yaitu : - Bagian Utara (Barat Daya) merupakan daerah pegunungan yang relatif subur, yang merupakan bagian tenggara dari pegunungan Wilis, mencakup areal seluas $\pm 25\%$; - Bagian Selatan merupakan daerah pegunungan yang relatif tandus, namun kaya akan potensi hutan dan bahan tambang, yang merupakan bagian dari pegunungan kapur selatan Jawa Timur, mencakup areal seluas $\pm 40\%$, - Bagian Tengah merupakan dataran rendah yang subur, yang dilalui oleh Sungai Brantas dan Kali Ngrowo (Parit Agung) beserta cabang-cabangnya, meliputi areal seluas $\pm 35\%$.

Formasi geologi (jenis tanah) yang dijumpai di wilayah Kabupaten Tulungagung secara garis besar tersusun atas endapan liat dan pasir, tuf vulkan intermediate, serta batu kapur dan napal. Untuk tekstur tanah sendiri, wilayah Kabupaten Tulungagung dapat di bagi menjadi 3 golongan, yaitu: a. Tekstur tanah halus; meliputi wilayah seluas 43.081,08 Ha atau 40,81% dari luas Kabupaten Tulungagung. Golongan ini terdapat di Kecamatan Sendang, Ngantru, Pucanglaban, Pakel, Bandung, Campurdarat dan Besuki. b. Tekstur tanah sedang; meliputi luas wilayah 27.425,79 Ha atau 25,98% dari luas wilayah Kabupaten Tulungagung. Golongan ini terdapat di hampir semua kecamatan, kecuali Kecamatan Rejotangan. c. Tekstur tanah kasar; meliputi wilayah seluas 35.100,36 Ha atau 33,25% dari luas wilayah Kabupaten Tulungagung. Golongan ini terdapat di Kecamatan Pucanglaban.

Perlu diketahui bahwa tekstur tanah yang ada tersebut, berpengaruh besar terhadap sistem pengolahan tanah dan pertumbuhan tanaman. Tekstur tanah ini ditentukan oleh perbandingan partikel pasir, debu dan liat. Sementara, untuk jenis tanahnya sendiri, di Kabupaten Tulungagung juga memiliki banyak ragam. Secara detil diuraikan sebagai berikut. 1. Alluvial coklat tua; terdapat di wilayah Kecamatan Bandung dan Kecamatan Besuki. 2. Alluvial coklat tua kelabuan; terdapat di wilayah Kecamatan Besuki, Pakel, Campurdarat, Tulungagung, Boyolangu, Pucanglaban dan Kalidawir. 3. Asosiasi alluvial kelabu dan alluvialm coklat kelabuan; terdapat di Kecamatan Besuki, Bandung, Pakel, Campurdarat, Gondang, Boyolangu, Tulungagung, Kedungwaru, Ngantru, Sumbergempol, Kalidawir, dan Ngunut. 4. Litosol; terdapat di wilayah Kecamatan Bandung, Besuki, Tanggunggunung, Boyolangu, dan Kalidawir. 5. Litosol Mediteran dan Resina; terdapat di Kecamatan Besuki, Tanggunggunung, Sumbergempol, Pucanglaban dan Rejotangan. 6. Regosol coklat kelabuan; terdapat di Kecamatan Ngunut, Pucanglaban, dan Rejotangan. 7. Mediteran coklat kemerahan; terdapat di Kecamatan Gondang, Kauman, Karangrejo, Pagerwojo dan Sendang. 8. Litosol coklat kemeran; terdapat di Kecamatan Pagerwojo dan Kecamatan Sendang. 9. Andosol; terdapat di Kecamatan Sendang dan Kecamatan Pagerwojo.

22. Kabupaten Tuban

Kabupaten Tuban merupakan kabupaten dari 38 kabupaten di Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Tuban berada di jalur pantai utara (pantura) Pulau Jawa, wilayah Kabupaten Tuban meliputi wilayah daratan dan lautan, luas wilayah daratan 183.994,562 Ha dan luas wilayah lautan meliputi 22.608 km². Secara Geografis Kabupaten Tuban terletak pada koordinat 111°30'- 112°35'BT dan 6°40'-7°18'LS. Panjang wilayah pantai di Kabupaten Tuban adalah 65 km dari arah Timur di Kecamatan Palang sampai arah Barat di Kecamatan Bancar, dengan luas wilayah lautan meliputi 22.608 km². Secara administrasi Kabupaten Tuban terbagi menjadi 20 kecamatan dan 328 desa/kelurahan. Sedangkan batas-batas wilayah Kabupaten Tuban adalah sebagai berikut : Sebelah Utara : Laut Jawa Sebelah Selatan : Kabupaten Bojonegoro Sebelah Timur : Kabupaten Lamongan Sebelah Barat : Kabupaten Blora

dan Kabupaten Rembang Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten Tuban mempunyai tingkat kerawanan terhadap bencana longsor rendah.

23. Kabupaten Trenggalek

Secara geografis Kabupaten Trenggalek berada diantara koordinat 111°24'-112°11' Bujur Timur dan 7°53'-8°34' Lintang Selatan. Kabupaten Trenggalek juga mempunyai wilayah kepulauan yang tersebar di Kawasan Selatan Kabupaten Trenggalek. Jumlah pulau yang berada di wilayah Kabupaten Trenggalek sebanyak 57 pulau, yang keseluruhannya masih belum berpenghuni. Pulau terluar dari wilayah Kabupaten Trenggalek adalah Pulau Panikan dan Pulau Sekel yang belum diketahui luasnya. Sedangkan luas wilayah laut (Zone Ekonomi Eksklusif) $\pm 35.558 \text{ km}^2$, termasuk 57 pulau kecil tidak berpenghuni. Pulau-pulau di wilayah Kabupaten Trenggalek. Kabupaten Trenggalek terdiri dari 14 kecamatan, 152 desa dan 5 kelurahan, 555 dusun/lingkungan, 1.287 rukun warga dan 4.490 rukun tetangga. Dari 14 kecamatan hanya 5 kecamatan yang mayoritas desanya berupa dataran, yaitu Kecamatan Trenggalek, Kecamatan Karangan, Kecamatan Pogalan, Kecamatan Tugu dan Kecamatan Durenan. Sedangkan 9 kecamatan lainnya mayoritas desanya berupa pegunungan. Jarak terjauh dari ibukota kecamatan terhadap ibukota kabupaten adalah Kecamatan Panggul, sedangkan jarak ibukota kecamatan terdekat dengan ibukota kabupaten adalah Kecamatan Tugu. Kabupaten Trenggalek secara ketinggian tempat terdiri dari 2/3 wilayah pegunungan dan 1/3 lainnya merupakan dataran rendah dengan ketinggian 0 sampai dengan 690 meter di atas permukaan air laut.

Dua pertiga wilayah Kabupaten Trenggalek yang merupakan kawasan pegunungan dataran rendah memiliki ketinggian antara 0 hingga di atas 100 meter di atas permukaan laut, dan ketinggian tersebut 53,8 % berketinggian 100-500 m. Kabupaten Trenggalek sebagian besar bertopografi terjal lebih dari 40% seluas $\pm 28.378 \text{ ha}$ yang merupakan daerah rawan bencana longsor. Sebagian besar lahan ini merupakan lahan kritis yang rentan mengalami gerakan tanah. Kawasan ini tersebar di beberapa kecamatan diantaranya Kecamatan Bendungan, Pule, Dongko, Watulimo, Munjungan dan Kecamatan Panggul. Luas dataran rendah dengan tingkat kemiringan

antara 0-15% adalah \pm 42.291 ha. Kawasan yang bertopografi datar sebagian besar terletak di Kabupaten Trenggalek bagian utara meliputi Kecamatan Trenggalek, Karang, Pogalan, Durenan, dan Tugu. Kondisi kelerengan lahan di Kabupaten Trenggalek dapat diuraikan bahwa terdapat kondisi yang variatif dan datar hingga sangat curam, yaitu dengan kemiringan tanah 0%-7% untuk wilayah dataran rendah dan 7-40% untuk wilayah pegunungan. Hal inilah yang menyebabkan penguasaan penduduk atas tanah terkonsentrasi pada wilayah yang memiliki tingkat kelerengan lahan yang terkategori datar pada tanah-tanah yang lebih memiliki kemiringan lahan lebih dan 15% pemanfaatan tanah dilakukan dengan terasering. Kemiringan suatu lahan berkaitan dengan kepekaan terhadap erosi tanah. Kondisi kemiringan tanah di Kabupaten Trenggalek dibedakan menjadi 4 (empat) kelas kemiringan, yang seluruhnya memiliki karakteristik yang berbeda sehingga dalam pemanfaatannya juga perlu dibedakan berdasarkan fungsinya, misalnya kawasan lindung. Secara geologis, Kabupaten Trenggalek memiliki beberapa batuan induk. Jenis batuan induk yang ada di Kabupaten Trenggalek antara lain : - Miosenne sedimentary : di semua kecamatan - Miosenne limostone : Kecamatan Panggul, Watulimo, Dongko dan Karang - Andesit: Kecamatan Munjungan, Watulimo, Pogalan dan Karang - Liat dan Pasir (Alluvium): di semua kecamatan kecuali Dongko, Pule dan Bendungan - Undifferentiated Vulkanik: di Kecamatan Bendungan Struktur tanah di Kabupaten Trenggalek meliputi andosol dan latosol di bagian utara. Batuan Mediteran, grumosol dan regosol yang terletak di bagian timur. Batuan mediteran di bagian selatan dan batuan alluvial di bagian barat kabupaten. Susunan eksplorasi tanah terdiri dari lapisan tanah andosol dan latosol, mediteran, grumosol, dan regosol, alluvial dan mediteran. Lapisan tanah alluvial terbentang di sepanjang aliran sungai di bagian wilayah timur dan merupakan lapisan tanah yang subur, luasnya berkisar antara 10% hingga 15% dari seluruh wilayah. Pada bagian lain, yaitu bagian selatan, barat laut dan utara, tanahnya terdiri dari lapisan mediteran yang bercampur dengan lapisan grumosol dan latosol. Lapisan tanah ini sifatnya kurang daya serapnya terhadap air sehingga menyebabkan lapisan tanah ini kurang subur.

24. Kabupaten Sumenep

Kabupaten Sumenep merupakan salah satu dari 4 (empat) Kabupaten yang ada di Pulau Madura Provinsi Jawa Timur yang terletak diantara 1130 32' 54" – 1160 16' 48" Bujur Timur dan 40 55' – 70 24' Lintang Selatan dengan luas wilayah 2.093,458 Km², yang terbagi dalam 27 Kecamatan, 328 Desa dan 4 Kelurahan dengan jumlah pulau sebanyak 126 pulau yaitu 48 pulau berpenghuni dan 78 pulau tidak berpenghuni. Batas wilayah administrasi Pemerintahan Kabupaten Sumenep adalah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : berbatasan dengan Laut Jawa
- Sebelah Selatan : berbatasan dengan Selat Madura
- Sebelah Timur : berbatasan dengan Laut Jawa/Laut Flores
- Sebelah Barat : berbatasan dengan Kabupaten Pamekasan.

Secara geografis Kabupaten Sumenep yang terletak diujung timur Pulau Madura terbagi dalam 2 (dua) wilayah yaitu Wilayah Daratan dan Kepulauan ;

- Wilayah Daratan dengan luas 1.146,927 Km² (54,79%) terbagi atas 18 Kecamatan
- Wilayah kepulauan dengan luas 946,531 Km² (45,21%) terbagi atas 9 Kecamatan

Berdasarkan gugusan pulau-pulau yang ada di Kabupaten Sumenep, pulau terjauh/paling utara adalah pulau Karamian Kecamatan Masalembu, dengan jarak tempuk lebih kurang 151 mil dari Pelabuhan Kalianget yang lebih dekat dengan Pulau Kalimantan. Sedangkan pulau yang paling timur adalah pulau Sakala Kecamatan Sapeken dengan jarak tempuh lebih kurang 165 mil dari pelabuhan Kalianget yang lebih dekat dengan Pulau Sulawesi. ketinggian dan kemiringan lahan. Kemiringan lahan merupakan salah satu faktor penting yang perlu dilihat dalam aspek topografi , karena beberapa peruntukan lahan memerlukan persyaratan kemiringan lahan. Kabupaten Sumenep secara umum berada pada ketinggian antara 0-500 meter diatas permukaan laut. Sedangkan sebagian lagi berada pada ketinggian antara 500-1000 meter diatas permukaan laut, sehingga ketinggian lahan di Kabupaten Sumenep dapat dikategorikan menjadi 2 bagian, yaitu :

- Wilayah dengan ketinggian 0-500 meter dpl seluas 208.697,40 Ha atau mencapai luasan sekitar 99,72% dari seluruh luas wilayah Kabupaten Sumenep
- Wilayah yang memiliki ketinggian 500-1000 meter dpl mencapai luasan 578,42 Ha atau sekitar 0,28% dari seluruh luas wilayah Kabupaten Sumenep.

Selain ketinggian, kondisi topografi juga dapat dilihat dari kemiringan lahan luas wilayah Kabupaten Sumenep dengan luas sekitar 2.093,458 Km², memiliki

tingkat kemiringan lahan yang bervariasi antara lain : a. Wilayah yang memiliki kemiringan antara 0-30% luasnya sekitar 1.613,29 Ha atau 77,51% b. Wilayah yang memiliki kemiringan antara 30-60% luasnya sekitar 437,39 Ha atau 21,02%, kawasan ini dapat dijumpai pada kawasan perbukitan c. Sedangkan luas wilayah yang memiliki kemiringan > 60% berupa area pegunungan dengan luasan sekitar 30,75 Ha atau 1,48%. Letak geografis sedemikian itu menyebabkan Kabupaten Sumenep mempunyai tdkategorikan sedang terhadap Bencana Tanah Longsor.

25. Kota dan Kabupaten Situbondo

Luas Wilayah Kabupaten Situbondo adalah 1.638,50 Km² bentuknya memanjang dari arah barat ke timur \pm 150 Km. Pantai utara umumnya berdataran rendah dan disebelah selatan berdataran tinggi dengan rata-rata lebar wilayah \pm 11 Km²terbagi dalam 17 Kecamatan 4 Kelurahan dan 132 Desa. Batas wilayah administrasi Pemerintah Kabupaten Situbondo di sebelah Utara Selat Madura, sebelah Timur Selat Bali, sebelah Selatan Kabupaten Bondowoso dan Kabupaten Banyuwangi dan sebelah Barat Kabupaten Probolinggo. Kabupaten Situbondo merupakan salah satu wilayah kabupaten yang terletak di sebelah timur wilayah Propinsi Jawa Timur dan terkenal dengan sebutan Daerah Wisata Pantai Pasir Putih. Secara geografis, wilayah Kabupaten Situbondo berada pada posisi 113^o 30' – 114^o 42' Bujur Timur dan 7^o 35' – 7^o 44' Lintang Selatan. Kabupaten Situbondo berada pada ketinggian 0 – 1.250 m diatas permukaan air laut. Tekstur tanah pada umumnya tergolong sedang 96,26%, tergolong halus 2,75% dan kasar 0,99%. Drainase tanah tergolong tidak tergenang 99,42% kadang-kadang tergenang 0,05% dan selalu tergenang 0,53%. Jenis tanah daerah ini berjenis antara lain alluvial, regosol, gleysol, renzine, grumosol, mediteran, latosol serta andosol. Struktur Geologi Kabupaten Situbondo berada pada Aluvium luasnya 48.983 Ha, Vulkan Zaman Quarter Muda luasnya 19.787 Ha, Vulkan Zaman Quarter Tua luasnya 72.752 Ha, dan Leusita luasnya 22.328 Ha. Kabupaten Situbondo dikategorikan kawasan dengan tingkat bencana rawan longsor rendah.

26. Kabupaten Sidoarjo

Pemerintahan Kabupaten Sidoarjo berkedudukan daerah sekitar alun – alun Sidoarjo dan Masjid Agung Sidoarjo. Luas kabupaten Sidoarjo 71.424,25 Ha terbagi dalam : 18 Kecamatan 31 Kelurahan dan 322 Desa. Batas wilayah administrasi Pemerintahan Kabupaten Sidoarjo di sebelah utara berbatasan dengan Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik. Di sebelah timur berbatasan dengan Selat Madura, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Pasuruan dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Mojokerto. Kabupaten Sidoarjo adalah Kabupaten yang dihipit dua sungai, sehingga terkenal dengan kota “Delta”. Kabupaten Sidoarjo dikategorikan kawasan dengan tingkat bencana rawan longsor rendah. Kabupaten Sidoarjo terletak antara 112,5 derajat – 112,9 derajat bujur timur dan 7,3 derajat – 7,5 derajat lintang selatan.

27. Kabupaten Sampang

Secara keseluruhan Kabupaten Sampang mempunyai luas wilayah sebanyak 1.233,30 Km². Proporsi luasan 14 kecamatan terdiri dari 6 kelurahan dan 180 Desa. Kecamatan Banyuwates dengan luas 141,03 Km² atau 11,44 % yang merupakan Kecamatan terluas, sedangkan Kecamatan terkecil adalah Pangarengan dengan luas hanya 42,7 Km² (3,46 %). Secara administrasi batas-batas wilayah Kabupaten Sampang adalah sebagai berikut: Sebelah utara : Laut Jawa Sebelah selatan : Selat Madura Sebelah timur : Kabupaten Pamekasan Sebelah barat : Kabupaten Bangkalan.

Topografi atau bentang alam merupakan kawasan perencanaan, yang dapat dijelaskan tanpa melalui pengukuran lapangan, hal ini menyangkut tinggi rendahnya atau datar tidaknya suatu kawasan. Keadaan topografi dapat digambarkan melalui kelerengan beberapa wilayah. Lereng adalah gambaran perbedaan ketinggian dari dua tempat yang berbeda dan dinyatakan dalam suatu persen. Faktor kemiringan tanah merupakan unsur yang penting dalam merencanakan peruntukan penggunaan tanah, khususnya di bidang pertanian. Kelerengan wilayah Kabupaten Sampang bervariasi antara datar, bergelombang, curam dan sangat curam dimana klasifikasi kelerengan tanah tersebut adalah sebagai berikut : 1. Kelerengan 0-2 % meliputi luas 37.785,64 Ha

atau 31,40 % dari luas wilayah keseluruhan kecuali daerah genangan air, pada wilayah ini sangat baik untuk pertanian tanaman semusim. 2 Kelerengan 2-15 % meliputi luas 67.807,14 Ha atau 53,86 % dari luas wilayah keseluruhan, baik sekali untuk usaha pertanian dengan tetap mempertahankan usaha pengawetan tanah dan air. Selain itu pada kemiringan ini cocok juga untuk konstruksi/ permukiman 3 Kelerengan 15-25 % dan 25-40 % meliputi luas 15.246,93 Ha atau 12,67 % dari luas wilayah keseluruhan. Daerah tersebut baik untuk pertanian tanaman keras/tahunan, karena daerah tersebut mudah terkena erosi dan kapasitas penahan air yang rendah. Karenanya lahan ini pun tidak cocok untuk konstruksi. 4 Kelerengan > 40 % meliputi luas 2.490,03 Ha atau 2,07 % dari luas wilayah keseluruhan. Daerah ini termasuk kedalam kategori kemiringan yang sangat terjal (curam) dimana lahan pada kemiringan ini termasuk lahan konservasi karena sangat peka terhadap erosi, biasanya berbatu diatas permukaannya, memiliki run off yang tinggi serta kapasitas penahan air yang rendah. Karenanya lahan ini tidak cocok untuk konstrukdi. Daerah ini harus merupakan daerah yang dihutankan agar dapat berfungsi sebagai perlindungan hidrologis serta menjaga keseimbangan ekosistem dan lingkungan.

Pada daerah tropis, ketinggian wilayah merupakan unsur penting yang menentukan persediaan fi sik tanah. Dengan adanya perbedaan tinggi akan menentukan perbedaan suhu yang berperan dalam menentukan jenis tanaman yang cocok untuk diusahakan. Disamping itu ketinggian juga erat hubungannya dengan unsur kemampuan tanah yang lain, misalnya lereng dan drainase.

Berdasarkan geologinya, Kabupaten Sampang terdiri atas 5 macam batuan yaitu, alluvium, pliosen fasies sedimen, plistosen fasies sedimen, pliosen fasies batu gamping, dan mioses fasies sedimen. Jenis geologi alluvium dan mioses fasies sedimen banyak digunakan oleh masyarakat untuk tegalan dan sawah, serta sebagian kecil jenis batuan plistosen fasies sedimen yang seluruhnya untuk tegalan.

28. Kota dan Kabupaten Probolinggo

Kabupaten Probolinggo merupakan salah satu kabupaten yang termasuk wilayah Provinsi Jawa Timur, berada pada posisi 7°40' - 8°10' Lintang Selatan (LS)

dan $112^{\circ}50'$ - $113^{\circ}30'$ Bujur Timur (BT). Secara geografis, Kabupaten Probolinggo terletak di lereng gunung-gunung yang membujur dari Barat ke Timur, yakni Pegunungan Tengger, Gunung Lamongan dan Gunung Argopuro. Secara topografis, Kabupaten Probolinggo mempunyai kemiringan dan ketinggian lahan yang berbeda disejumlah wilayahnya.

Struktur geografis Kabupaten Probolinggo terdiri dari dataran rendah pada bagian utara, lereng-lereng gunung pada bagian tengah dan dataran tinggi pada bagian selatan, dengan tingkat kesuburan dan pola penggunaan tanah yang berbeda. Sedangkan bentuk permukaan daratan di Kabupaten Probolinggo di klasifikasikan atas 3 (tiga) jenis, yaitu : a) Dataran rendah dan tanah pesisir dengan ketinggian 0 – 100 m diatas permukaan laut. Daerah ini membentang di sepanjang pantai utara mulai dari Barat ke Timur kemudian membujur ke Selatan. b) Daerah perbukitan dengan ketinggian 100-1.000 m diatas permukaan laut. Daerah ini terletak di wilayah bagian Tengah sepanjang Pegunungan Tengger serta pada bagian selatan sisi Timur sekitar Gunung Lamongan. c) Daerah pegunungan dengan ketinggian diatas 1.000 m dari permukaan laut. Daerah ini terletak di sebelah Barat Daya yaitu sekitar Pegunungan Tengger dan sebelah Tenggara yaitu di sekitar Gunung Argopuro.

29. Kabupaten Ponorogo

Luas wilayah Kabupaten Ponorogo yang mencapai 1.371.78 Km² habis terbagi menjadi 21 Kecamatan yang terdiri dari 305 desa/kelurahan. Wilayah Kabupaten Ponorogo di sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Magetan, Kabupaten Madiun dan Kabupaten Nganjuk. Di sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Tulungagung dan Kabupaten Trenggalek. Di sebelah selatan dengan Kabupaten Pacitan. Sedangkan di sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri (Provinsi Jawa Tengah). Kabupaten Ponorogo adalah sebuah daerah di wilayah Provinsi Jawa Timur yang berada pada posisi 200 Km sebelah barat daya ibu kota propinsi, dan 800 Km dengan ibu kota Negara Indonesia. Kabupaten Ponorogo terletak pada $111^{\circ}7'$ hingga $111^{\circ}52'$ Bujur Timur dan $7^{\circ}49'$ hingga $8^{\circ}20'$ Lintang Selatan.

Kondisi topografi Kabupaten Ponorogo bervariasi mulai daratan rendah sampai pegunungan membuat kabupaten ini rawan terhadap bencana tanah longsor.

Berdasarkan data yang ada, sebagai besar wilayah kabupaten ponorogo yaitu 79 % terletak di ketinggian kurang dari 500 m di atas permukaan laut, 14,4% berada di antara 500 hingga 700 m di atas permukaan laut dan sisanya 5,9% berada pada ketinggian di atas 700 m. Secara topografi s dan klimatologis, Kabupaten Ponorogo merupakan dataran rendah dengan iklim tropis yang mengalami dua musim kemarau dan musim penghujan dengan suhu udara berkisar antara 18° s/d 31° Celcius. Bila dilihat menurut luas wilayahnya, Kecamatan yang memiliki wilayah terluas (di atas 100 km²) secara berturut-turut adalah Kecamatan Ngrayun, Kecamatan Pulung dan Kecamatan Sawo.

30. Kabupaten Pacitan

Pemerintah Kabupaten Pacitan berkedudukan di Jalan Jaksa Agung Suprpto No. 8 Pacitan 63512, Kelurahan Pacitan, Kecamatan Pacitan. Luas wilayah Kabupaten Pacitan 1.389,87 Km² atau 138.987,16 Ha yang terdiri atas lahan sawah 13.015,26 Ha dan lahan kering seluas 125.972 Ha. - Secara administratif wilayah Kabupaten Pacitan terdiri dari 12 Kecamatan, 166 desa dan 5 kelurahan, dengan batas wilayah kabupaten sebagai berikut: - Sebelah Utara Berbatasan dengan Kabupaten Ponorogo (Provinsi Jawa Timur) dan Kabupaten Wonogiri (Provinsi Jawa Tengah) - Sebelah Timur Berbatasan dengan Kabupaten Trenggalek (Provinsi Jawa Timur) - Sebelah Selatan Berbatasan dengan Samudera Indonesia - Sebelah Barat Berbatasan dengan Kabupaten Wonogiri (Provinsi Jawa Tengah)

Kabupaten Pacitan salah satu wilayah yang terletak di ujung barat daya Provinsi Jawa Timur dan berbatasan langsung dengan Provinsi Jawa Tengah. Secara geografis, Kabupaten Pacitan terletak antara 110,55° - 111,25° BT dan 7,55°- 8,17° LS. Berdasarkan topografinya, kondisi alam Kabupaten Pacitan meliputi wilayah pantai, daratan rendah, dan perbukitan dengan prosentase 85% daerah pegunungan dan perbukitan, 10% daerah bergelombang dan 5% daerah datar. Kondisi alam ini memunculkan keunikan tersendiri, baik dari segi keragaman perilaku, kondisi

lingkungan, masyarakat, mata pencaharian penduduk terlebih dari sisi adat dan keberagaman berbudaya. Keseimbangan lingkungan daerah pantai, daratan dan kawasan hutan menjadi satu kesatuan ekologis yang dikelola dalam sebuah bingkai kesejahteraan masyarakat telah menjadi suatu ciri khas dalam keanekaragaman yang ada. Hal ini tercermin dari gaya hidup warga masyarakat yang penuh kerukunan dan adanya nilai gotong royong yang tercermin dalam setiap perilakunya.

4.3 Pemetaan Zona Bencana Tanah Longsor dengan Pemodelan Algorithma Monte-Carlo dan Hec-Ras

Dari hasil pengolahan data menggunakan pemodelan Algorithma Monte-Carlo dan Hec-ras maka dihasilkan beberapa tampilan citra satelit yang menunjukkan zona bencana tanah longsor di Provinsi Jawa Timur. Input dari Algorithma Monte-carlo dan Hec-Ras berupa indek Vegetasi (NDVI), Indek Air (NDWI) dan Indek Tanah (NDWI) di interpolasi dengan pemodelan ini. Dengan karakteristik model yang menunjukkan dampak sebab dan akibat maka dari ketiga input tersebut menghasilkan hubungan yang linier. Indek vegetasi menentukan tingkat kepadatan dan indek air menunjukkan tingkat ketersediaan air dalam tanah serta indek tanah menunjukkan karakteristik tanah pada seluruh wilayah di provinsi Jawa timur. Ketiga indek tersebut terinterpolasi sesuai dengan range indek masing- masing. Wilayah dengan topografi dan tingkat kepadatan vegetasi yang rendah menunjukkan tingkat ketersediaan air yang rendah disertai jenis tanah yang dominan kedap air.

Kemudian zona tersebut dapat dikategorikan menjadi tiga bagian wilayah, yaitu:

1. Wilayah dengan Topografi wilayah Gunung Api

Hasil pengolahan data yang diabstrasikan dalam bentuk zona bencana tanah longsor membuktikan bahwa topografi wilayah gunung api dengan kepadatan vegetasi terbuka banyak terjadi longsor, seperti pada tahun 2017 terjadi di kabupaten Ponorogo, Malang. Penentuan zona bencana tanah longsor didasarkan pada tiga platform software yang secara otomatis mengekstrapolasi citra satelit menjadi zona-zona bahaya bencana tanah longsor sesuai dengan parameter penyebabnya. Pada topografi gunung api

tersebar di kabupaten dan kota yang di lewati lempeng vulkanik, seperti dari kota dan kabupaten Malang, sampai dengan Ponorogo.

2. Wilayah dengan Topografi Perbukitan

Pada topografi wilayah perbukitan, bencana tanah longsor terjadi di daerah lahan terbuka, seperti di daerah Kabupaten Malang khususnya kecamatan Ngantang, terjadi pergerakan masa tanah akibat tanah tidak kuat menahan air sehingga terjadi longsor.

3. Wilayah dengan Topografi dataran Rendah

Pada topografi dataran rendah, bencana tanah longsor terjadi di daerah aliran sungai (DAS). Ketika musim pengujan bibir sungai sering terjadi longsor karena kecepatan air yang melintasi sungai menabrak bibir sungai sehingga massa tanah banyak yang terbawa dan terjatuh menjadi sedimentasi. Selain itu juga karena faktor pembangunan infrastruktur baik rumah maupun jalan raya yang kurang mempertimbangkan faktor lingkungan.

4.4 Rekomendasi Mitigasi Bencana Tanah Longsor

4.4.1 Rekomendasi Mitigasi Bencana Tanah Longsor Aspek Manajemen

Sumberdaya Lahan Berkelanjutan

Salah satu penyebab terjadinya bencana tanah longsor adalah kurang tepatnya konsep manajemen dalam pengelolaan sumberdaya lahan. Pada era globalisasi saat ini yang diprioritaskan hanya produksi tanpa melihat faktor keberlanjutan alam sebagai penunjang utama. Secara garis besar proses kebencanaan yang terjadi di provinsi Jawa Timur terjadi karena eksploitasi wilayah tanpa melihat kemampuan dan kesesuaian lahan tersebut. Melihat dampak besar yang terjadi ketika salah dalam menentukan tata kelola lahan maka perlu dilakukan evaluasi lahan dengan masterplan manajemen sumberdaya lahan yang berkelanjutan. Aspek apapun harus dipegang sebagai pedoman dalam mengelola sumberdaya lahan dengan koridor sesuai dengan potensi wilayah masing-masing. Bentuk rekomendasi sesuai dengan hasil penelitian ini adalah dengan melihat kemampuan dan kesesuaian lahan dalam menentukan tata kelola yang akan dilakukan dalam mengelola sumberdaya lahan.

Melakukan konversi lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian harus dilakukan secara arif dan bijaksana. Kebijakan tata ruang penggunaan lahan perlu dilakukan dengan perencanaan dan pewilayahan komoditas yang sesuai dengan kebutuhan manusia sehingga meminimalisir terjadinya eksploitasi lahan sehingga tata ruang alam terjaga dan seimbang sehingga kebutuhan material dan spiritual manusia terpenuhi dan berjalan harmonis-sinergi.

4.4.2 Rekomendasi Mitigasi Bencana Tanah Longsor Aspek Sosial Politik dan Budaya

Pasca peristiwa terjadinya bahaya yang memicu bencana, terdapat kelompok masyarakat yang selamat dan bertahan hidup. Namun, mereka harus merasakan dampak tidak hanya pada segi fisik, tetapi mereka juga dapat menghadapi adanya potensi dampak sosial, seperti stagnasi pertumbuhan ekonomi, melemahnya hubungan sosial, meningkatnya angka kemiskinan, hilangnya mata pencaharian dan lainnya. Bencana dapat menghancurkan sistem infrastruktur fisik, sosial, dan ekonomi yang telah ada maupun yang telah diusulkan sebelumnya yang telah diusulkan dalam rencana jangka panjang.

Mengingat begitu pentingnya studi mitigasi bencana tanah longsor maka perlu adanya rekomendasi secara sosial, politik dan budaya. Secara sosial bagaimana mengembalikan moralitas sosial masyarakat yang masih belum ikhlas kehilangan keluarga dan harta benda. Melalui kegiatan kerja bakti atau sejenisnya diharapkan terjadi peningkatan moral untuk kembali menjaga alam tanpa merusaknya serta dibantu dengan kegiatan kebudayaan sebagai wujud menjaga warisan budaya dan menghormati alam. Bukan hanya sosial budaya yang dibenahi, aspek politik juga penting untuk diperhatikan agar bisa tercipta sinergitas alam dan manusia sehingga mengurangi polemic sosial dan lain yang mengakibatkan kerusakan alam dengan dampak terbesarnya terjadi bencana alam.

Dari hasil pemetaan zona bencana tanah longsor dengan pemodelan Monte-Carlo dan Hec-ras dapat dilakukan beberapa analisis untuk menentukan langkah strategis dalam melakukan mitigasi bencana tanah longsor di Provinsi Jawa Timur.

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pendekatan secara filsafat ilmu pengetahuan alam dan pendekatan sosial, politik, ekonomi dan budaya. Uraian mengenai analisis dengan dua pendekatan tersebut dijelaskan seperti dibawah ini:

1. Analisis dengan pendekatan filsafat ilmu pengetahuan

Analisis dengan pendekatan ini lebih mengedepankan pada keberlanjutan siklus yang terjadi di alam. Melalui hasil diatas dapat dilihat bahwa bencana longsor terjadi dikawasan yang sebenarnya tidak diperbolehkan dibuka menjadi kawasan untuk industri, pariwisata maupun lahan pertanian secara kontinyu. Salah satu pembuktian yang relevan adalah semakin meningkatnya jumlah korban bencana tanah longsor dan degradasi lahan yang meningkat.

2. Analisis dengan Pendekatan Sosial, Politik, Ekonomi dan Budaya

Analisis dengan pendekatan ini lebih mengedepankan pada keadaan dinamika sosial yang terjadi di masyarakat. Terjadinya bencana tidak hanya faktor alam secara langsung melainkan dari dinamika social di masyarakat yang menyebabkan mereka mengeksploitasi alam tanpa memepertimbangkan dampak jangka Panjang. Seperti alih fungsi lahan, pertambangan yang tidak ramah lingkungan dan manajemen tata guna lahan yang kurang tepat. Banyak faktor yang menyebabkan dinamika sosial di masyarakat di era globalisasi saat ini lebih cenderung kea arah eksploitasi, seperti faktor kesenjangan sosial (kasta sosial), faktor desakan ekonomi baik secara individu maupun kelompok, faktor dinamika politik yang menyebabkan pengaruh terhadap kebijakan dalam menentukan tata kelola lingkungan maupun alam yang lebih cenderung pada kepentingan pribadi maupun golongan dan faktor turunnya moralitas budaya mencintai alam yang menyebabkan tidak ada upaya untuk lebih menjaga kestabilan dan keberlanjutan seluruh siklus yang terjadi di alam.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penentuan zona bencana tanah longsor dapat dilakukan dengan metode Algoritma Monte-carlo dan Hec-ras dengan menghasilkan tiga zona, yaitu wilayah dengan topografi pegunungan, perbukitan dan dataran rendah. Masing-masing wilayah mempunyai karakteristik yang berbeda-beda tergantung dari faktor dari penyebabnya. Dari hasil yang diperoleh maka muncul beberapa rekomendasi, yaitu aspek manajemen tataguna lahan yang berkelanjutan, aspek sosial, politik, ekonomi dan budaya serta aspek tata kelola dalam melakukan pengelolaan lahan berkelanjutan. Dalam penelitian ini dilakukan dua analisis pendekatan yaitu pendekatan filsafat ilmu pengetahuan, sosial, politik, ekonomi dan budaya.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini merupakan alah satu bagian dari hasil pengolahan data yang belum selesai, hal ini dikarenakan pemodelan membutuhkan waktu yang cukup lama dan dilakukan pada tiap kota dan kabupaten. Penulis juga menyatakan bahwa pada penelitian ini masih perlu banyak pembenahan sehingga saran dan kritik perlu untuk kesempurnaan dalam penulisan penelitian ini pada tahap selanjutya